



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Kauri Kirts

**KASEPUIDUST LAUA PROJEKTEERIMINE JA SELLE JAOKS
TEHNOLOOGIA VÄLJATÖÖTAMINE**

DESIGNING AND DEVELOPING THE TECHNOLOGY FOR A
BIRCH TABLE

Rakenduskõrgharidusõppe lõputöö
Puidutöötlemise tehnoloogia õppekava

Juhendaja: dotsent Regino Kask, *PhD*

Tartu 2021

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Rakenduskõrgharidusõppe lõputöö lühikokkuvõte	
Autor: Kauri Kirts		Õppekava: Puidutöötlemise tehnoloogia	
Pealkiri: Kasepuidust laua projekteerimine ja selle jaoks tehnoloogia väljatöötamine			
Lehekülgi: 56	Jooniseid: 10	Tabeleid: 18	Lisasid: 16
Osakond / Õppetool: CERC S-i kood: Juhendaja(d): Kaitsmiskoht ja -aasta:		Metsakorralduse ja metsatööstuse õppetool T460 Regino Kask Tartu, 2021	
<p>Antud lõputöö eesmärgiks on projekteerida ja töötada välja täispuidust laua tehnoloogia, mis oleks taskukohane, vastupidav ja lihtsasti monteeritav.</p> <p>Lõputöös on välja toodud kõik täispuidust laua tehnoloogilised etapid : jooniste tegemine, kasest liimpuitkilpide valmistamine, toorikute töötlemine, tüübliukude puurimine ja viimistlemine.</p> <p>Töö tulemusena on valminud kasepuidust laud, mis on välimuselt lihtne kuid vastupidav.</p> <p>Lõputöös on välja toodud tehnoloogilised arvutused, joonised ja kirjanduslikest allikatest pärinev info.</p>			
Märksõnad: täispuit laud, kask, viimistlemine			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Professional Higer Education Thesis	
Author: Kauri Kirts		Curriculum: Wood Processing Technology	
Title: Designing and developing the technology for a birch table			
Pages: 56	Figures: 10	Tables: 18	Appendixes: 16
Department / Chair:		Chair of Forest Management Planning and Wood Processing Technologies	
CERC S code:		T460	
Supervisors:		Regino Kask	
Place and date:		Tartu, 2021	
The aim of this thesis is to design and develop the technology for a solid wood table what would be affordable, durable and easy to assemble.			
The thesis contains all technological stages : making drawings, making birch glulam boards, machining of workpieces, drilling dowel holes and finishing.			
The result of the work is a birch table that is simple in appearance but durable.			
The thesis presents technological calculations, drawings and information from diferent literature.			
Keywords: solid wood table, birch, finishing			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. LAUA DISAIN JA KONSTRUKTSIOON	7
1.1 Puittoodete disainimine	7
1.2 Toote välimus	8
1.3 Laua konstruktsioon.....	8
2. SEOTISED	9
2.1 Seotistest üldiselt	9
2.2 Tüübelseotis.....	9
3. PUIDU VIIMISTLEMINE	10
3.1 Pinna ettevalmistus	10
3.2 Puidu lihvimine	10
3.3 Erinevad viisid puidu viimistlemiseks	11
3.3.1 Viimistluse eesmärk.....	11
3.3.2 Lakkimine	11
3.3.3 Vahatamine	13
3.3.4 Viimistlusmaterjali valik.....	13
4. MATERJAL	14
4.1 Mööblimaterjalid	14
4.2 Materjali valik	15
5. TOOTE KONSTRUKTSIOON	16
6. MATERJALI VAJADUS	18
6.1 Puitmaterjali kulu arvutus	19
7. TÖÖKS VAJAMINEVAD SEADMED JA TÖÖVAHENDID	24
8. OPERATSIOONIDE TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED	29
KOKKUVÕTE	37
KASUTATUD KIRJANDUS	38
LISAD	39
LISA 1. Laua jalgade, plaadi ja jalgade vahelise tala ning istumisala vahelise tala lahtilõikuskaart	40
LISA 2. Laua plaadi, riuli plaatide ja riuli talade lahtilõikuskaart	41

LISA 3. Täispuit laud	42
LISA 4. Laua plaat	43
LISA 5. Vasak välimine jalg	44
LISA 6. Vasak sisemine jalg (tagumine).....	45
LISA 7. Vasak sisemine jalg (esimene)	46
LISA 8. Parem sisemine jalg (esimene)	47
LISA 9. Parem sisemine jalg (tagumine)	48
LISA 10. Parem välimine jalg	49
LISA 11. Istumisala vaheline tala	50
LISA 12. Sisemine plaadi ja jalgade tala.....	51
LISA 13. Välimine plaadi ja jalgade tala	52
LISA 14. Riiuli plaat.....	53
LISA 15. Riiuli tala.....	54
LISA 16. Täispuit laud koos sõlmedega	55

SISSEJUHATUS

Täispuidust mööbel kestab aastaid ja on läbi aja kasutatud väga paljudes majapidamistes. Tähtsal kohal on olnud kindlasti laud, mille taga tehakse süüa, einestatakse ja õpitakse. Tänapäeval on laua asukoht majapidamises liikunud rohkem kõrvaltubadesse. Praegusel ajal tehakse palju tööd arvutitega ja laua taga istudes. Selleks, et töö tegemine oleks mugav on vaja korralikku lauda, kus on piisavalt ruumi nii jalgadel kui ka erinevatel tarvikutel laua peal. Paljud lauad on kas ebaproportsionaalsete mõõtudega või tehtud materjalidest, mis ei ole väga vastupidavad ja ei kesta kaua.

Rakenduskõrgharidusõppe lõputöö eesmärgiks on disainida ja välja mõelda tehnoloogilised protsessid täispuidust lauale, mis oleks normaalmõõtudes ja sise-tingimustes vastupidav. Laua disainimisel arvestati, et see oleks lihtne, sinna mahuks arvuti ja et see oleks lihtsasti monteeritav.

Lõputöös antakse ülevaade laua disainimisest, materjali valikust ja erinevatest viimistlusmaterjalidest. Lisaks kirjeldatakse detailide koostamist, monteerimist ja välja on arvutatud materjalivajadus ning maksumus. Eraldi on välja toodud ka erinevad tööks vajaminevad seadmed ja arvutatud nende tootlus.

Jooniste tegemiseks on kasutatud SolidWorks joonestusprogrammi. Esialgu joonestati kõik detailid eraldi 3D vaates valmis ja siis pandi kokku ja veenduti, et ei oleks kuskil midagi valesti lõigatud või puuritud.

Autor tänab juhendajat Regino Kaske lõputöö juhendamise eest.

1. LAUA DISAIN JA KONSTRUKTSIOON

1.1 Puittoodete disainimine

Ruumiline disain nõuab, et disainer näeks oma silmis eset, mida tegelikult veel olemas ei ole. Disainiprotsess ei ole kunagi lihtsate killast, seega esimese mudeli põhjal ei pruugita kohe kõiki disainelemente õigesti hinnata. [1]

Tavaks on saanud see, et mööblit kavandavad tiserid ja arhitektid. Mööbliesemete valmistamine on muutnud tööstuslikuks, mis tähendab, et muutuvad stiili- ja moevoolud on teinud valmistamis- ja tootmisalaseid otsuseid peamiselt mõjutavaks faktoriks turustamise. Disainimine on erinevate spetsialistide grupitöö, mida suuremates ettevõtetes juhivad eriharidusega sisearhitektid ja disainerid. Mõjukamad moesuunad muudavad mööblit ja erinevad tooted võivad turult juba kaduda mõne aastaga. Selleks, et seda ei juhtuks tehakse tootele nii öelda iga-aastast hooldust, kus uuendatakse toodet. [2] Disainimise protsessis on erinevad etapid :

- Uuritakse, milliste tegevustega on toode seotud
- Erinevad mõõtmised (asukoht, inimene, materjal)
- Mõeldakse välja konstruktsioonilised lahendused
- Tehakse esialgsed visandid
- Vaadatakse üle ergonoomilised ja ökoloogilised seisukohad
- Valmistatakse näidised
- Näidiste katsetused ja paranduste tegemine
- Valmistatakse proovipartii [2]

Palju räägitakse funktsionaalsest disainist, mille mõistmiseks peame seda vaatama mitmest küljest. Inimesest kannab nii baaripukk kui ka lüpsipink, kuid neil on täiesti erinevad funktsioonid ja mõõdud. Funktsionaalsuse mõiste tähendab enamasti ka seda, et mööbliese on inimese kehaga kooskõlas. Inimesed on väga erinevad nii pikkuselt, kaalult ja kujult. Selleks, et saavutada täiuslik mööbliese ühele inimesele tuleks ta spetsiaalselt üle mõõta. Disainerite abimeheks siin on antropomeetria ja ergonoomika, mis siis tegelevad inimkehade võrdleva uurimise ning inimese ja ta vahetu keskkonna suhete analüüsiga. Selle põhjal arvutatakse keskmise inimese järgi optimaalsed mõõdud ja nende põhjal konstrueeritud mööbel on peaaegu igale inimesele mugav. [1]

1.2 Toote välimus

Võib oletada, et põhiliselt määravad disainitava toote välimuse optimaalsed mõõtmed või konstruktsioonilised ja mehhaanilised üksikasjad, kuid nii lihtne see ei ole. Toote disainimisel nähakse tavaliselt palju rohkem vaeva, kui paistab. Katsetatakse erinevaid mõõtmeid, otsitakse täpselt töös olevale tootele sobivat materjali ning lisatakse visuaalset efekti erinevate profiilide või nikerduste lisamisega. Selle järgi võib öelda, et toote välimus on täpselt sama oluline kui selle funktsioon. Tooteid disainides tuleb mõelda ka sellele, kuhu keskkonda toode läheb ja vastavalt sellele valida, mis puiduliiki kasutada, millised on proportsionaalsed mõõtmed ja millise kujuga võiks toode üldse olla. Kui disainida tooteid eri ajastu ja stiili järgi, ei pea seda tingimata tegema täpselt sama ajastut kopeerides vaid harmoonia suudetakse saavutada ka sarnaste materjalide kasutamisega. [1]

1.3 Laua konstruktsioon

Laua konstruktsiooni jaoks on tegelikult vaja ainult kindlalt toetatud horisontaalselt pinda, millel mõõdud on paigas ja selle taga saaks õppida, süüa ja teha muid vajalikke tegevusi. Enamasti on lihtsamal laual neli jalga – igas nurgas üks. Lihtsast lauast saab edasi kujundada erinevat tüüpi laudasid. Palju kasutatud tüübli või keeltapiga ühendatavat konstruktsiooni saab kasutada praktiliselt iga laua puhul. [1] Laua on erinevat tüüpi ja igaüks on mõeldud spetsiaalse tegevuse jaoks.

Lihtsamat tüüpi söögilaud moodustub lauaplaadist ja sinna külge kinnitatud jalgadest. Söögilaua puhul tehakse seda ka pikendatavana, et mahuks rohkem inimesi. [2]

Kirjutus- ja töölaud on kujundatud põhimõtteliselt samamoodi nagu söögilaudki, aga sinna juurde lisanduvad eraldi sahtlid, mille mõõtmed on vastavalt kliendi soovile või vajadusele. Töö- ja kirjutuslauad on tihtipeale kujundatud nii, et sellega saaks kasutada ka arvutit, mille juures on oluline tööasend ja mugavus. [2]

Erieesmärgiga lauad on peamiselt esindus- või teatud avalike ruumide sisustuses, mis peamiselt siiski valmistatakse eritellimustööna. [2]

2. SEOTISED

2.1 Seotistest üldiselt

Tisleri meisterlikkuse mõõdupuuks on tihtipeale just seotiste tegemist. Kvaliteetselt tehtud tapikeeled ja pesad nõuavad mitmete erinevate masinate head valdamist ja kindlasti tuleb kasuks ka kogemus. Mööbel koosneb erinevatest detailidest, mis peavad koos funktsioneerima ja moodustama tugeva terviku. Enamasti on nii, et seotised on konstruktsiooni kõige nõrgem koht. Läbi aja on seotiste tehnika küll arenenud ja muutunud mõnes osas paremaks, aga suurem osa seotisi on siiani kasutusel. Puiduseotiseid saab klassifitseerida kokkupandavuse ja lahtivõetavuse alusel. Traditsioonilised mööbli ja sisustuselementide võtted on liimitud nurk- ja T-seotised. Lahtivõetavates seotistes kasutatakse niinimetatud koostepolte. Sellised seotised on rohkem tuntud kokkupandava mööbli puhul. [1;2]

2.2 Tüübelseotis

Tüübel ehk salapulkühendus on väikeste puidust pulkadega tugevdatud sileseotis. Hoolimata sellest, et seda on lihtne teha on selle tugevus võrreldav keeltapiga. Enamasti tehakse tüüblid lehtpuust, näiteks siis kas pöögist või kasest. Tüübelseotised on kõige levinum mööblidetailide ühendusviis. Ühendust on lihtne teha, sest nii pesa kui keel on ümmarguse ristlõikega. Pesad enamasti tehakse puuriga ja ühendatakse tüüblite abil. Laialt levinumad tüüblid on läbimõõduga 8, 10 ja 12 mm. Suurtootmise puhul on kindlasti tüüblite paigaldamiseks olemas tüübelduspink, mis määrab tüüblitele liimi ja asetab ka puuritud aukudesse. Tüüblid võivad olla ka erineva pinnaga, on olemas siledad, sirgete soontega, spiraalsoontega või ristsoonetega. Üldjuhul kasutatakse valmis tüübleid, aga neid on võimalik täiesti ise teha. [1;2]

3. PUIDU VIIMISTLEMINE

3.1 Pinna ettevalmistus

Puidu pinda tuleb enne viimistlemist ette valmistada, et viimistlus jääks ilus ja korrektne. Pinnad peavad olema siledad ja mitte väga karedad. Puitmaterjalil ja puidul ei tohiks olla väga suuri mehaanilisi rikkeid, näiteks lainelisust, kiudude väljaviskumist ja lemmelisust. Peale mehaanilist töötlemist tavaliselt pinnad lihvitakse, tsikeldatakse või valtsitakse termiliselt. Antud viisid seisnevad minimaalses pinnakihi mahavõtmises või kokku pressimises. [3]

3.2 Puidu lihvimine

Puitu tuleb enne viimistlemist lihvida, et saada pinnad siledaks ja veatuks. Peamiselt kasutatakse selleks abrasiivmaterjale. Abrasiive kasutatakse ka pinna karestamiseks ja tolmuebemetete või muude võõrkehade eemaldamiseks. Vanasti kasutati lihvpaberite tegemiseks liiva, sealt ka see nimi, liivapaber, aga tegelikult juba ammu ei kasutata seda. Tänapäeval on abrasiivmaterjalid kõik sünteetilised ja oluliselt tõhusamad liivapaberist. [1] Abrasiivmaterjale on mitut erinevat tüüpi:

Purustatud klaas – peamiselt kasutatakse oksapuidu lihvimiseks enne värvimist. Klaas on ka odav materjal kuid suhteliselt pehme ja kulub kiiresti. Klaaspaberi tunneb kergesti ära tema liivakarva värvuse järgi. [1]

Granaat – looduslik mineraal, saadakse purustamise teel, mille käigus tekivad pisikesed ja terava servaga osakesed. Granaadi terad ei lähe nüriks, vaid pragunevad ja sellega tekitavad uusi lõikeservasid. Kutsutakse ka iseterituvaks. Seda kasutatakse nii okas- kui ka lehtpuidu lihvimiseks. [1]

Alumiiniumoksiid – sobib hästi tiheda lehtpuidu lihvimiseks. Kasutatakse väga paljude erinevate käsitsi kui ka masinaga lihvimiseks mõeldud lihvmaterjalide valmistamiseks. [1]

Ränikarbiid – kõige kallim ja kõvem puidu lihvimiseks kasutatav abrasiivmaterjal. Peamiselt lihvitakse sellega lehtpuitu, MDF-i ja puitlaastplaati. Kõige rohkem aga kasutatakse seda viimistluskihtide vahelihvimisel. [1]

3.3 Erinevad viisid puidu viimistlemiseks

3.3.1 Viimistluse eesmärk

Viimistlemine on üks kõige olulisem osa, sest tulemus on peaaegu koheselt märgatav. Peamiselt on puidu viimistlemise eesmärgiks kaitsta toodet määrdumise ja kulumise eest. Lisaks sellele aitab see ka parandada puu ebaühtlast ja looduslikku välimust. Viimistlusega tuleb välja ka puu esialgne välimus ja värvitoon. Viimistlusviisi valides tuleb kindlasti arvestada ka tulevast kasutusviisi. Sileda tekstuuriga lehtpuiduliigid saavad šellakiga kattes eriti ilusa pinna, aga näiteks avatud pooridega puuliikidel tuleb kasutada õli või vaha, mis tungib sügavale puitu eha moodusta pinnale paksu kihti. [1;2]

3.3.2 Lakkimine

Praegusel ajal kui tehnoloogia areneb väga kiiresti, on võimalik toota väga paljusid erinevaid lakke. Igaühel on neil oma tugevad küljed, näiteks ilmatikukindlus, kuivamiskiirus ja palju teisi. Lakkide valik on niivõrd suur, et iga töö jaoks peaks olema võimalik leida sobiv. Varasemalt jagati lakid peamiselt kaheks, olid kiirelt kuivavad lakid ja teise grupi moodustasid vaikude, õlide ja lahusti segud. Esimeste puhul toimus kuivamine aurustumise teel ja teise grupil toimus see nii aurustumise kui ka oksüdeerumise teel. Uute lakkide koostis on nii keeruline ja mitmekesine, et neid ei saa enam samadesse kategooriatesse jagada. Värvuselt võivad lakid olla läbipaistvast kuni merevaigutoonini. Peamiselt on laki ülesandeks kaitsta puitu ja tuua esile puu algupärast mustrit. [1] Laki tüüpe on väga palju erinevaid :

Õlilakid koosnevad fossiilsest puiduvaigust, linaseemneõlist ja tärpentinist. Looduslikke vaike asendavad tänapäeval sünteetilised, näiteks fenool-, alküüd- või polüüretaanvaigud ning lahustiks on lakibensiin. Õlilakid on tuntud ka kui lahustipõhised lakid, nad kuivavad

oksüdatsiooni tulemusel. Kui lahusti on aurustunud, siis reageerib õli õhus oleva hapnikuga ning muudab kuivanud lakipinna nii tugevaks, et lahustiga töötlemisel see ei pehmene. Laki omadused on sõltuvad õli ja vaigu osakaalust koostises. Sitked, elastsed ja veekindlad on need lakid, kus on suur õlisisaldus ja need sobivad hästi välitöödeks. Lakid, kus on väikene õlisisaldus, on mõeldud sisetöödeks ja lakid, kus on rohkem vaiku kui õli kuivavad kiiresti ja moodustavad kõvema kile puidu pinnale. Õlilakid on peamiselt müügil valmiskujul. [1]

Piirituslakid toodetakse looduslikest vaikudest, mis lahustatakse metüülpriirituses. Tänapäeval kasutatakse seda puidu viimistlemiseks harva. Tänu metanooli aurustumisele kuivavad need lakid kiiresti, kuid lakikiht pehmeneb uuesti kui seda lahustiga töödelda. [1]

Kahekomponentne poliüuretaanlaki kõvendamiseks tuleb enne pealekandmist sisse segada täpne kogus isotsüanaati. Peale lakkimist jääb tugev ja läbipaistev kile, mis on õlilakiga võrreldes tugevam ja vastupidavam erinevatele kemikaalidele. Suureks miinuseks laki juures on see, et see kuivades eraldab väga ebameeldivaid ja tervisele kahjulikke aure. [1]

Akrüüllakid koosnevad akrüülvaigust ja veest, mis moodustavad emulsiooni. Alguses on lakk piimjasvalge, aga kaheetapilise aurustamiseprotsessi tulemus on läbipaistev kile. Akrüüllakis on vähesel hulgal ka lahusteid, mis ühendavad vaigu pärast vee aurustumist tugevaks kileks. Antud lakid on mittemürgised ja praktiliselt lõhnatud. [1]

Külmkõvenevad lakid kõvenevad ristpolümerisatsiooni teel, mille jaoks on vaja happelist katalüsaatorit. Vaigu kõvenemisel seotakse molekulid keemiliselt ja tulemuseks on eriti tugev mittelahustuv kile. Külmalt kõvenevad lakid ei vaja kuivamiseks aurustumist ega oksüdeerumist, siis võib korraga peale kanda suhteliselt paksu kihi. Laki valmistamisel kasutatakse butüülitud karbamiid-formaldehüüdvaike, kuumuskindluse tagamiseks lisatakse melamiini ning alküüdvaike kasutatakse plastifikaatorina. [1]

Nitrolaki kuivamisele aitab kaasa lahusti aurustamine. Tulemuseks on kile, mida uuesti nitrolahustiga töödeldes lahustub. Seetõttu iga lisatav lakikiht osaliselt ka lahustab eelmisi ja kokkuvõtteks moodustavad tugeva kile. Nitrolakk puidu värvust ei muuda ja kuivab väga kiiresti. [1]

3.3.3 Vahatamine

Puidu vahatamisel on väga pikaajalised traditsioonid. Seda kasutavad ka paljud antiikesemete restaureerijad. Peamiselt siiski kasutatakse vahatamist avatud pooridega puuliikidel. Vahasid on võimalik ka ise kokku segada, kuid praegusel ajal on müügil ka palju valmisvahasid. Enamik müügil olevatest valmisvahadest on kokku segatud mesilas- ja karnauubavahast. Sinna hulka lisatakse ka tärpentini või lakibensiini, et segu oleks vedelam. [1] Peamised valmisvaha tüübid on :

Vahapasta – kantakse pinnale kangaspadja või terasvillaga. Enamasti kasutatakse vahapastat teiste viimistlusmaterjalide katmiseks. [1]

Vedel vaha – mõeldud suurte pindade, näiteks uksepaneeli, vahatamiseks. Kreemja konsistentsiga ja lihtne pintsliga peale kanda. [1]

Põrandavaha – pinnale jääb peale kulumiskindel kiht ja üldiselt valmistatakse seda ainult läbipaistvana. [1]

Toonitud vahad – erinevate toonidega vahad, mida saab kasutada selleks, et tuua esile puidu värvust või isegi väiksemaid vigu varjata. Mitmete erinevate toonidega vahakihtide peale kandmine lisab uusi värve ja varjundeid. Väga tumeda viimistluse saanud toole ei tohiks näiteks vahaga töödelda, sest inimese kehasoojus võib vaha sulama panna ja selle tagajärjel hakkab riideid määrima. [1]

3.3.4 Viimistlusmaterjali valik

Kõikidest väljatoodud viimistlusmaterjalidest valiti viimistlemiseks Alpina Aqua Möbel puidulakk. Lakki on lihtne peale kanda, lõhnatu ja kuivab kiiresti. Veepõhine lakk sobib hästi sise- kui välistöödeks ning rõhutab puidu tekstuuri. Lisaks sellele on lakki lihtne puhastada ning kaitseb ka kulumise ja niiskuse eest.

4. MATERJAL

4.1 Mööblimaterjalid

Materjalile esitab oma nõudmised ka mööbel, mis tihtipeale erinevad standardites ette nähtud kvaliteedist. Mööbli tootmises on oma positsiooni säilitanud täispuit, mis on mööbli tähtsaim materjal. Täispuidu populaarsus on viimaste aastatega tõusnud. Mööblitööstuses kasutatakse puidupõhiseid tooteid mitmel kujul, näiteks saematerjalina, spoonina ja puitplaatidena. Kask, mänd ja kuusk on Eesti peamised puuliigid, aga lisaks nendele liikidele tuuakse sisse ka märkimisväärses koguses välismaised liike ja nendest valmsitatud tooteid. [2]

Soome mööblitööstuses on populaarseim tooraine kask. Oksavaba või väheste oksakohtadega puitu kasutatakse peamiselt toodete nähtavatel osadel. Okslikumat puitu kasutatakse pehme mööbli karkassis või detailideks, mis ei ole nähtaval. Üsna ühtlane välimus ja hele toon on kasepuidu eeliseks. Kasepuidust tehtud seotised on vastupidavad ja tugevad. [2]

Teiseks üheks populaarsemaks mööblipuuks on mänd. Varjundirohke ja elav on puidu pind sellepärast, et männil on lüli- ja maltspuit erinevad. Täiesti oksavaba mändi on suhteliselt vähe ja sellepärast tuleb olla rahul kvaliteediga, kus on lubatud ka mingis koguses oksakohti. Üldiselt on mänd valkjaskollakas või punakaspruun. [2]

Puuliikidest, mida tuuakse sisse välismaalt kasutatakse kõige rohkem pööki, mille värv varieerub punakast kuni valkjashallini. Pööki ka aurutatakse kergelt, et see muutuks natuke punakamaks, mis läheb rohkem inimestele peale. Peamiselt siiski kasutatakse oksavaba puitu. Punapöögist toorikuid valmistatakse näiteks Taanis, Poolas ja Ungaris. [2]

Üldiselt on välismaised puuliigid selleks, et teha mööblile täispuidust osad, puitplaatide kattespoon ning ehis- ja konstruktsioonliistud. Välimust nõudvates kohtades kasutatakse just välismaised liike. Kodumaise puuliigiga, eeskätt kasega, on suhteliselt kerge korvata nende kasutamist. [2]

4.2 Materjali valik

Materjali valik on väga tähtis etapp mööblitööstuses. Sellest sõltub kõik edasine, näiteks tuleb arvestada materjali hinnaga, töötlemis- ja viimistlusvõimalustega ning välimusega. Antud lõputöö teema oli disainida sise-tingimustesse laud, mida saab edukalt kasutada töötamiseks, õppimiseks ja vajadusel ka söömiseks. Laua disainimisel oli eesmärgiks ka see, et laua hind ei läheks väga kalliks ja see, et inimene saaks laua ise lihtsasti monteerida. Tabelis 1 on kokku koondatud 3 puuliiki ning leitud nende plussid ja miinused.

Tabel 1. Puuliikide plussid ja miinused. [4;5]

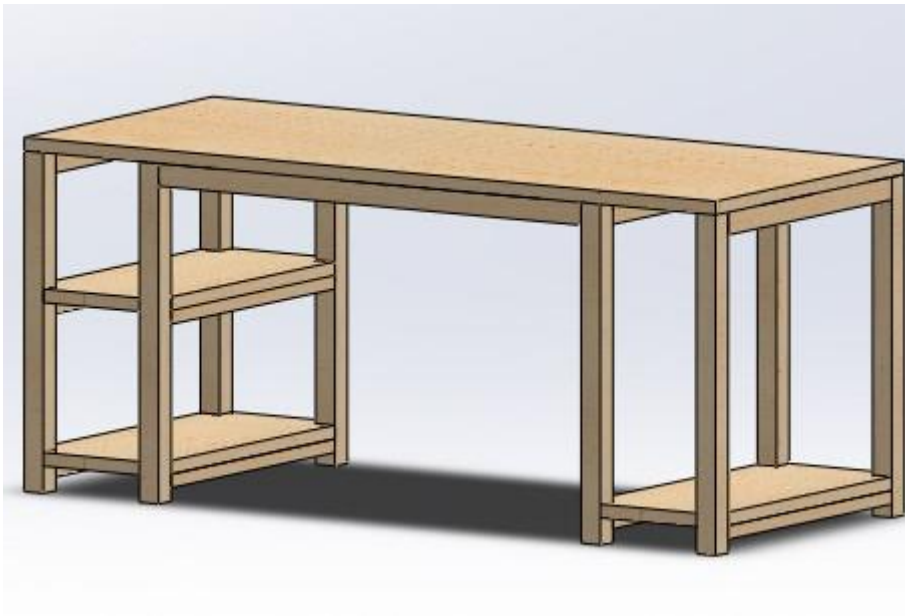
Puuliik	Plussid	Miinused
Tamm	<ul style="list-style-type: none">• Iseloomulik värvus ja süümuster• Tugev, kuid suhteliselt kergesti töödeldav• Avatud tekstuur, mida saab eriefektideks kasutada	<ul style="list-style-type: none">• Kallis• Suured kaod puidurikete tõttu• Laineline kiud võib tekitada raskusi
Mänd	<ul style="list-style-type: none">• Tihe ja ühtlane• Stabiilne maltspuit• Kergesti kättesaadav	<ul style="list-style-type: none">• Vaigune lülipuit• Okslik
Kask	<ul style="list-style-type: none">• Tihe süü ja tekstuur• Hea töödeldavus• Odav ja lihtne kuivatada	<ul style="list-style-type: none">• Kalduvus kõmmeldumiseks• Vastuvõtlik kahjuritele

Tabelis 1 välja toodud erinevate puuliikide plusside ja miinuste järgi valiti laua materjaliks kask. Kõige kaalukamad punktid materjali otsustamise juures olid hind ja lihtne töötlemine, kuna kaskel on mõlemad omadused olemas, siis otsustamine ei olnud raske.

5. TOOTE KONSTRUKTSIOON

Täispuidust laua joonised on välja toodud lisades 3-16. Tabelis 2 on olemas kõikide laua detailide põhimõõtmed ja materjal, millest valmistatakse. Lisaks on tabelis ka välja toodud detailide arv. Toote tegemiseks kasutati kasest liimpuitkilpe ja peenprusse.

Laua pealisplaadi tegemiseks kasutati 30 mm paksust liimpuitkilpi. Lisaks kasutati 30 mm liimpuitkilpi ka riiulite tegemiseks. Ülejäänud detailid, nagu laua jalad ja erinevad talad tehti kase peenprussist. Plaatide, jalgade ja talade omavaheliseks ühendamiseks kasutati puittüübel ühendust. Kasutati 10×40 mm puittüübleid [6]. Ühendamisel kasutati ka PVA liimi [7]. Joonisel 1 on näha SolidWorks programmis konstrueeritud lauda. Laua mõõtmed : pikkus 1800 mm, laius 750 mm ja laius 750 mm.



Joonis 1. SolidWorksis konstrueeritud laud.

Tabelis 2 on välja toodud kõikide puitdetailide puhtad mõõdud, materjali liik ja arv ühe toote kohta.

Tabel 2. Täispuit laua detailide kirjeldus

Nr.	Detaili nimetus	Detailide arv tootes	Materjali liik	Detaili puhtad mõõdud			Mõõtühik
				Pikkus	Laius	Paksus	
	1	2	3	4	5	6	7
1	Lauaplaat	1	Kase liimpuitkilp	1800	750	30	mm
2	Laua jalad	8	Kase liimpuitkilp	750	50	50	mm
3	Riiuli toed	6	Kase liimpuitkilp	650	50	30	mm
4	Riiuli plaat	3	Kase liimpuitkilp	750	350	30	mm
5	Istumisala vahelised talad	2	Kase liimpuitkilp	1100	50	50	mm
6	Plaadi ja jalgade vahelised talad	4	Kase liimpuitkilp	650	50	50	mm

6. MATERJALI VAJADUS

Tabelis 3 on välja toodud kõik töö tegemiseks vajalikud materjalid. Kõik andmed on mõeldud ühe laua kohta ja lisaks on välja arvatud ka ligikaudne hind.

Tabel 3. Täispuidust laua valmistamiseks vajaminev materjal

Materjali nimetus ja mõõdud	Ühik	Maht ühele tootele	Maksumus (EUR)	
			Ühiku hind	Summa
Kuivatatud kase saematerjal (2000×150×56)	tk	4	480 €/m ³	32,256
Kuivatatud kase saematerjal (2500×150×38)	tk	9	360 €/m ³	55,404
Puittüüblid(10×40)	tk	44	0,03 €/tk	1,32
PVA liim	L	0,7147	4,20 €/L	3,002
Puidulakk Alpina Aqua Möbel	L	1,4464	12 €/L	17,35
			KOKKU	109,332

6.1 Puitmaterjali kulu arvutus

Tabelis 4 on välja toodud kõik laua detailid ja nende kogus tootes. Välja on toodud ka detailide puhtad müüdnud ja arvutatud nende mahud.

Tabel 4. Puitmaterjali kulu arvutuse esimene osa

Nr.	Detaili nimetus	Detailide arv tootes	Materjali liik	Detaili puhtad mõõdud			Mõõtühik	Detaili maht, m ³
				Pikkus	Laius	Paksus		
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Lauaplaat	1	Kase liimpuitkilp	1800	750	30	mm	0,0405
2	Laua jalg	8	Kase liimpuitkilp	750	50	50	mm	0,0019
3	Riiuli tugi	6	Kase liimpuitkilp	650	50	30	mm	0,0010
4	Riiuli plaat	3	Kase liimpuitkilp	750	350	30	mm	0,0079
5	Istumisala vaheline tala	2	Kase liimpuitkilp	1100	50	50	mm	0,0028
6	Plaadi ja jalgade vaheline tala	4	Kase liimpuitkilp	650	50	50	mm	0,0016
							KOKKU	0,0556

Tabelis 5 on välja toodud kõikide detailide töötlemisvarud ja tooriku mõõdud, kõik müüdnud on millimeetrites.

Tabel 5. Puitmaterjali kulu arvutuse teine osa

Nr.	Detaili nimetus	Töötlemisvarud, mm			Tooriku mõõdud, mm		
		Pikkuses	Laiuses	Paksuses	Pikkuses	Laiuses	Paksuses
		9	10	11	12	13	14
1	Lauaplaat	6	6	8	1806	756	38
2	Laua jalg	6	6	6	756	56	56
3	Riiuli tala	6	6	8	656	56	38
4	Riiuli plaat	6	6	8	756	356	38
5	Istumisala vaheline tala	6	6	6	1106	56	56
6	Plaadi ja jalgade vaheline tala	6	6	6	656	56	56

Tabelis 6 on välja toodud kase liimpuitkilpide mõõtmed, palju neid läheb vaja ühe laua tegemiseks ja puha väljatuleku protsent.

Tabel 6. Liimpuitkilpide mõõtmed ja väljatuleku protsent

Nr.	Detaili nimetus		Kogus tootele	ühele Puhas väljatuleku %
		15	16	17
1	Liimpuitkilp 56mm	2000×455×56	1	66,98
2	Liimpuitkilp 38mm	2500×1225×38	1	78,14

Tabelis 7 on välja arvatatu liimi kulu ühe laua kohta. Kulu arvutamisel võeti arvesse liimpuitkilbi ja tüübli pindala suurusi ja nende koguseid. Ühe laua liimisel tuleb kasutada 0,696 liitrit liimi. Liimimiseks kasutati PVA-liimi Eskaro B3, mis on välja toodud ka joonisel 2.



Joonis 2. PVA-liim Eskaro B3, mida kasutati liimimiseks

Tabel 7. Liimikulu ühe laua kohta

Detail ja operatsioon				Lamellide arv ühes plaadis	Tüüblite kogus ühes tootes	Liimitavaid pindu ühes plaadis	Liimitav pind m²		Materjal				
Nimetus	Mõõtmed mm		Pindala m²				Liimpuitkilp	Tappühendused	Nimetus	Sort	Kulunorm		
	Pikkus	Paksus									Mõõt	1m²-le	1-le plaadile
1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16
Liimpuitkilp	2000	56	0,112	13		12	1,344		PVA	B3	L/m²	0,15	0,202
Liimpuitkilp	2500	38	0,095	35		34	3,23		PVA	B3	L/m²	0,15	0,485
Tappühendused	Pikkus	Laius											
Tüübelühenduse liimitamine	40	10	0,0014		44			0,0617	PVA	B3	L/m²	0,45	0,0277
												KOKKU	0,7147

Tabelis 8 on arvatud puidulaki kulu täispuidust laua detailide viimistlemisel. Laki kulu on arvatud ühe laua kohta. Ühele lauale kulub 1,4 liitrit lakki.

Tabel 8. Puidulaki kulu täispuidust laua viimistlemisel

Detail				Kulunorm			
Nimetus	Detaili pind m ²	Kogus	Lakitav pind m ²	Mõõt	1 kiht 1m ² -le	2 kiht 1m ² -le	Tootele
Laua plaat	2,853	1	2,853	1/m ²	0,1	0,1	0,5706
Laua jalg	0,155	8	1,24	1/m ²	0,1	0,1	0,248
Riuli tugi	0,107	6	0,642	1/m ²	0,1	0,1	0,1284
Riuli plaat	0,579	3	1,737	1/m ²	0,1	0,1	0,3474
Istumisala vaheline tala	0,110	2	0,220	1/m ²	0,1	0,1	0,044
Plaadi ja jalgade vaheline tala	0,135	4	0,54	1/m ²	0,1	0,1	0,108
						KOKKU	1,4464

7. TÖÖKS VAJAMINEVAD SEADMED JA TÖÖVAHENDID

Töö jaoks vajaminevate seadmete aluseks on võetud Võrumaa Kutsehariduskeskuses õpitud seadmed. Need on välja toodud tabelis 8, lisaks on seadmed välja toodud ka joonistel 3-10 koos lühikeste kirjeldustega.

Tabel 9. Tööks vajaminevad masinad

Tööpink	Seadme nimetus	Töölaua suurus	Seadme võimsus
Universaalsaag	Altendorf F45		4 kW
Rihthöövel	Griggio FS-530	530×2900	4 kW
Paksusmasin	Griggio PSA-530	530×920	4 kW
Raampress	Stromab Special	3000×2000	1,1 kW
Kalibreerimis lihvmasin	Biesse Artech Levia 110	1100×1650	11 kW
Lintlihvpink	Griggio GL 200	220×1440	2,5 kW
Mitmespindiline puurpink	Griggio GF 21	860×400	1,5×2 kW
Puurpink	Optidrill D 33 Pro	475×425	1,1 kW

Universaalsaag Altendorf F45 kasutati peamiselt lamellide ja liimpuitkilpide lahtilõikamiseks.



Joonis 3. Universaalsaag Altendorf F45

Rihthöövel Griggio FS-530 kasutati materjalile sirgete ja siledate pindade andmiseks. Hõõveldati ära materjalil üks külg ja nõgus pind.



Joonis 4. Rihthöövel Griggio FS-530

Paksusmasin Griggio PSA-530 kasutati teise külje sirgestamiseks.



Joonis 5. Paksusmasin Griggio PSA-530

Raampress Stromab Special kasutati kase liimpuitkilpide tegemiseks.



Joonis 6. Raampress Stromab Special

Kalibreerimis lihvmasin Biesse Artech Levia 110 kasutati kõikide toorikute lihvimiseks.



Joonis 7. Kalibreerimis lihvmasin Biesse Artech Levia 110

Lintlihvmasin Griggio GL-200 kasutati detailide otsade ja nurkade lihvimiseks.



Joonis 8. Lintlihvpink Griggio GL-200

Mitmespindlilist Griggio GF-21 ja horisontaal puurpink Optidrill D 33 Pro kasutati tüübliaukude tegemiseks.



Joonis 9. Mitmespindiline puurpink Griggio GF-21



Joonis 10. Puurpink Optidrill D 33 Pro

8. OPERATSIOONIDE TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

Tehnoloogilised arvutused (valemid 8.1 – 8.11) on tehtud ühe laua kohta. Erinevate masinate ja seadmete tehnoloogiliste arvutuste valemid on võetud allikast [3]. Kokku läheb laua tootmiseks vaja 8 masinat. Operatsioonide tehnoloogilistes arvutustes on välja toodud masinate tootlikkus ja detailide tootmiseks kuluv aeg. Arvutused on välja toodud tabelites 10 – 18.

Juurdelõikamine universaalsaag Altendorf F45

$$A = T \times u \times k_t \times k_m / (L \times m), \text{ tk/h}, \quad (8.1.)$$

A on universaalsae pikikiudu juurdelõikamise tootlikkus tk/h;

T = 60 min;

u – eendekiirus m/min;

$k_t = 0,9$ – tööaja kasutegur;

$k_m = 0,9$ – masina kasutegur;

L – tooriku pikkus m;

m – lõigete arv toorikule.

$$\text{Eendekiirus arvutatakse valemiga: } u = u_z \times n \times z / 1000, \text{ m/min} \quad (8.2.)$$

u on universaalsae eendekiirus m/min;

u_z – ettenihe saehambale mm;

n – sae pöörlemissagedus p/min;

z – saehammaste arv.

Ettenihe saehambale u_z oleneb lõikekiirusest, saehammaste arvust ja nõutavast pinnakaredusest.

Tabel 10. Eendekiiruse arvutamine

u_z	n	z	u
0,085	5000	60	25,5

Tabel 11. Tootlikkuse arvutamine

Detail	T	u	k _t	k _m	L	m	A	A _p
Lamell 56	60	25,5	0,9	0,9	2	3	206,5	0,005
Lamell 38	60	25,5	0,9	0,9	2,5	3	165,2	0,006
							KOKKU	0,011

Hööveldamine rihthöövliga Griggio PF-530

$$A = T \times u \times k_t \times k_m \times n / (L \times m), \text{ tk/h,} \quad (8.3.)$$

kus A on hööveldamise tootlikkus tk/h;

T= 60 min;

u – eendekiirus m/min;

$$u = [u_z] \times n \times z / 1000 \quad (8.4.)$$

k_t – tööaja kasutamistegur;

k_m – masinaaja kasutamistegur;

n – korraga töödeldavate toorikute arv;

L – tooriku pikkus m;

m – läbingute arv = 1...3.

Tabel 12. Tootlikkuse arvutamine

Detail	T	u	k _t	k _m	L	m	A	A _p
Lamell 56	60	10	0,9	0,9	2	2	121,5	0,008
Lamell 38	60	10	0,9	0,9	2,5	2	97,2	0,010
							KOKKU	0,018

Hööveldamine paksusmasinaga Griggio PSA-530

$$A = T \times u \times k_t \times k_m \times n / (L \times m), \text{ tk/h}, \quad (8.5.)$$

kus A on paksusmasinaga tootlikkus tk/h;

T= 60 min;

u – eendekiirus m/min;

$$u = [u_z] \times n \times z / 1000 \quad (8.6.)$$

k_t – tööaja kasutamistegur;

k_m – masinaaja kasutamistegur;

n – korraga töödeldavate toorikute arv;

L – tooriku pikkus m;

m – läbingute arv = 1...3.

Tabel 13. Tootlikkuse arvutamine

Detail	T	u	k_t	k_m	L	n	m	A	A_p
Laua plaat	60	10	0,96	0,90	1,806	1	2	143,52	0,007
Laua jalad	60	10	0,96	0,90	0,756	2	2	685,71	0,012
Riiuli plaat	60	10	0,96	0,90	0,756	1	2	342,86	0,009
Riiuli talad	60	10	0,96	0,90	0,656	2	2	790,24	0,008
Istumisala talad	60	10	0,96	0,90	1,106	2	2	468,72	0,004
Plaadi ja jalgade vahelised talad	60	10	0,96	0,90	0,656	2	2	790,24	0,005
KOKKU								0,045	

Liimimine ja liimpuitkilbi valmistamine raampressiga Stromab Special

$$A = T \times k_t / t_0, \text{ tk/h}, \quad (8.7.)$$

kus A on raampressi tootlikkus tk/h;

T = 60 min;

$k_t = 0,9$;

t_0 – töötsükli kestvus ühele plaadile

Tabel 14. Tootlikkuse arvutamine

Detail	T	k_t	t_0	A	A_p
Liimpuitkilp 56 mm	60	0,9	30	1,8	0,55
Liimpuitkilp 38 mm	60	0,9	30	1,8	0,55
				KOKKU	1,1

Töötlemine lihvmasinaga Biesse Artech Levia 110

$$A = T \times u \times k_t \times k_m \times C / (L \times Z \times B), \text{ tk/h}, \quad (8.8)$$

kus A on kalibreerimis-lihvmasina tootlikkus tk/h;

T = 60 min;

u – lihvklotsi nihkekiirus = 6 ... 8 m/min;

C – korraga töödeltatav detailide arv;

$k_t = 0,85$;

$k_m = 0,93$;

L – detaili pikkus, m;

B – läbingute arv;

Z – lihvitavate külgede arv. Ühekordne läbimine = 0,3 mm.

Tabel 15. Tootlikkuse arvutamine

Detail	T	u	k_t	k_m	C	L	B	Z	A	A_p
Laua plaat	60	6	0,85	0,93	1	1,806	13	2	6,06	0,165
Laua jalad	60	6	0,85	0,93	2	0,756	6	4	31,37	0,255
Riiuli plaat	60	6	0,85	0,93	1	0,756	13	2	14,48	0,207
Riiuli talad	60	6	0,85	0,93	2	0,656	13	2	33,37	0,180
Istumisala talad	60	6	0,85	0,93	2	1,106	6	4	21,44	0,093
Plaadi ja jalgade vahelised talad	60	6	0,85	0,93	2	0,656	6	4	36,15	0,110
KOKKU									1,01	

Otspindade lihvimine lintlihvpingiga Griggio GL 200

$$A = T \times k_t / (t_0 \times n), \text{ tk/h,} \quad (8.9.)$$

kus A on lintlihvpingiga otspindade lihvimise tootlikkus tk/h;

T = 60 min;

$k_t = 0,9$;

t_0 – töötsükli kestvus ühele pinnale;

n – lihvitavate pindade arv.

Tabel 16. Tootlikkuse arvutamine

Detail	T	k_t	t_0	n	A	A_p
Laua plaat	60	0,9	0,15	4	90	0,011
Laua jalad	60	0,9	0,15	2	180	0,044
Riiuli plaat	60	0,9	0,15	4	90	0,033
Riiuli talad	60	0,9	0,15	2	180	0,033
Istumisala talad	60	0,9	0,15	2	180	0,011
Plaadi ja jalgade vahelised talad	60	0,9	0,15	2	180	0,022
					KOKKU	0,154

Tüübliaukude puurimine mitmespindlilise puurpingiga Griggio GF21

$$A = T \times k_t \times k_m / (t \times z), \text{ tk/h,} \quad (8.10.)$$

kus A on mitmespindlilise puurpingiga tüübliaukude puurimise tootlikkus tk/h;

T = 60 min;

z – puurimiste arv detailile;

t – puurimisaeg:

$$t = 2 \times H / (1000 \times u), \text{ min,}$$

kus: H – puuri käik mm; u – puuri etteandekiirus m/min.

Tabel 17. Tootlikkuse arvutamine

Detail	T	u	k _t	k _m	H	z	A	A _p	t
Välised laua jalad	60	2	0,9	0,5	21	1	1285,7	0,003	0,021
Sisemised laua jalad	60	2	0,9	0,5	21	2	642,85	0,006	0,021
Riiuli talad	60	2	0,9	0,5	21	2	642,85	0,009	0,021
Plaadi ja jalgade vahelised talad	60	2	0,9	0,5	21	2	642,85	0,006	0,021
KOKKU								0,024	

Tüübliaukude puurimine vertikaal puurpingiga Optidrill D 33 Pro

$$A = T \times k_t \times k_m / (t \times z), \text{ tk/h}, \quad (8.11.)$$

kus A on vertikaal puurpingiga tüübliaukude puurimise tootlikkus tk/h;

T = 60 min;

z – puurimiste arv detailile;

t – puurimisaeg:

$t = H / (1000 \times u)$, min,

kus: H – puuri käik mm;

u – puuri etteandekiirus m/min.

Tabel 18. Tootlikkuse arvutamine

Detail	T	u	k_t	k_m	H	z	A	A_p	t
Laua plaat	60	2	0,9	0,5	21	12	214,28	0,005	0,0105
Riuli plaat	60	2	0,9	0,5	21	4	642,85	0,005	0,0105
Istumisala talad	60	2	0,9	0,5	21	4	642,85	0,003	0,0105
							KOKKU	0,013	

Kokku läheb ühe laua tegemiseks 2,375 masinatundi.

KOKKUVÕTE

Rakenduskõrghariduse lõputöö eesmärgiks oli mõelda välja tehnoloogia ja projekteerida täispuidust laud. Töö autor uuris ja andis ülevaate erinevatest puuliikidest ja viimistlusvahenditest, seejärel valiti välja parim võimalik lahendus. Täispuidust laua juures pidas töö autor oluliseks taskukohast hinda, lihtsat monteerimist ja välimust. Peale puiduliikide ja viimistlusmaterjalide analüüsimist valiti laua materjaliks kase puit ja viimistlemiseks lakk.

Täispuidust laua detailid ühendati omavahel tüüblitega. Lisaks materjalide analüüsile arvutati välja ka materjali maksumus. Lõputöö käigus toodi välja ka tööks vajaminevad seadmed ja arvutati mitu masintundi kulub laua valmistamiseks.

Lõputöö jooniste tegemisel kasutati SolidWorks joonestusprogrammi. Väljalõikuskaardid tehti programmis MaxCut v2.

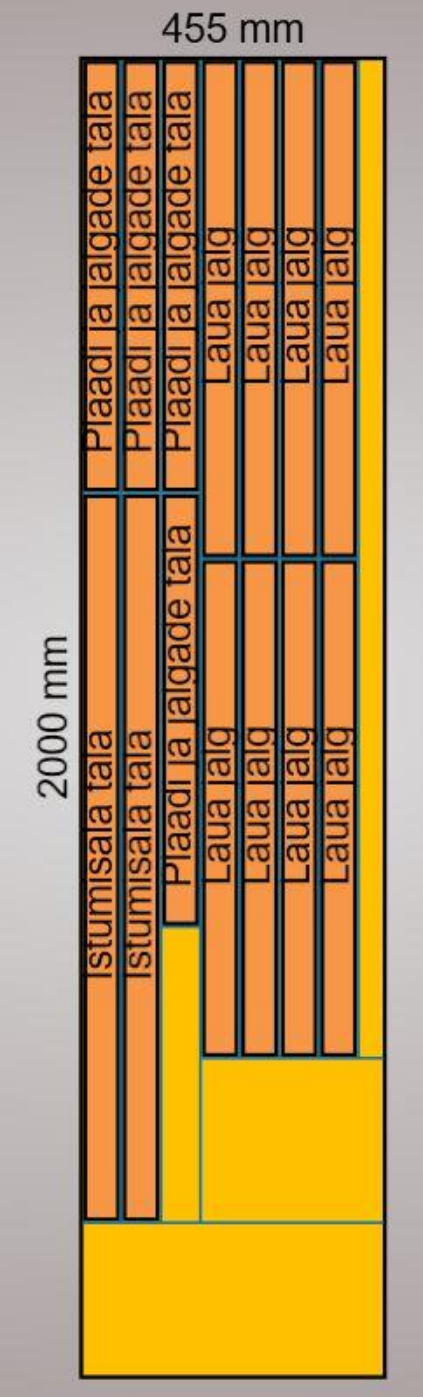
Rakenduskõrghariduse lõputöös anti põhjalik ülevaade täispuidust laua projekteerimisest, konstrueerimisest ja toodi välja kõik tööprotsessid. Töö vastab autori eesmärkidele-taskukohane, vastupidav ja lihtsasti monteeritav.

KASUTATUD KIRJANDUS

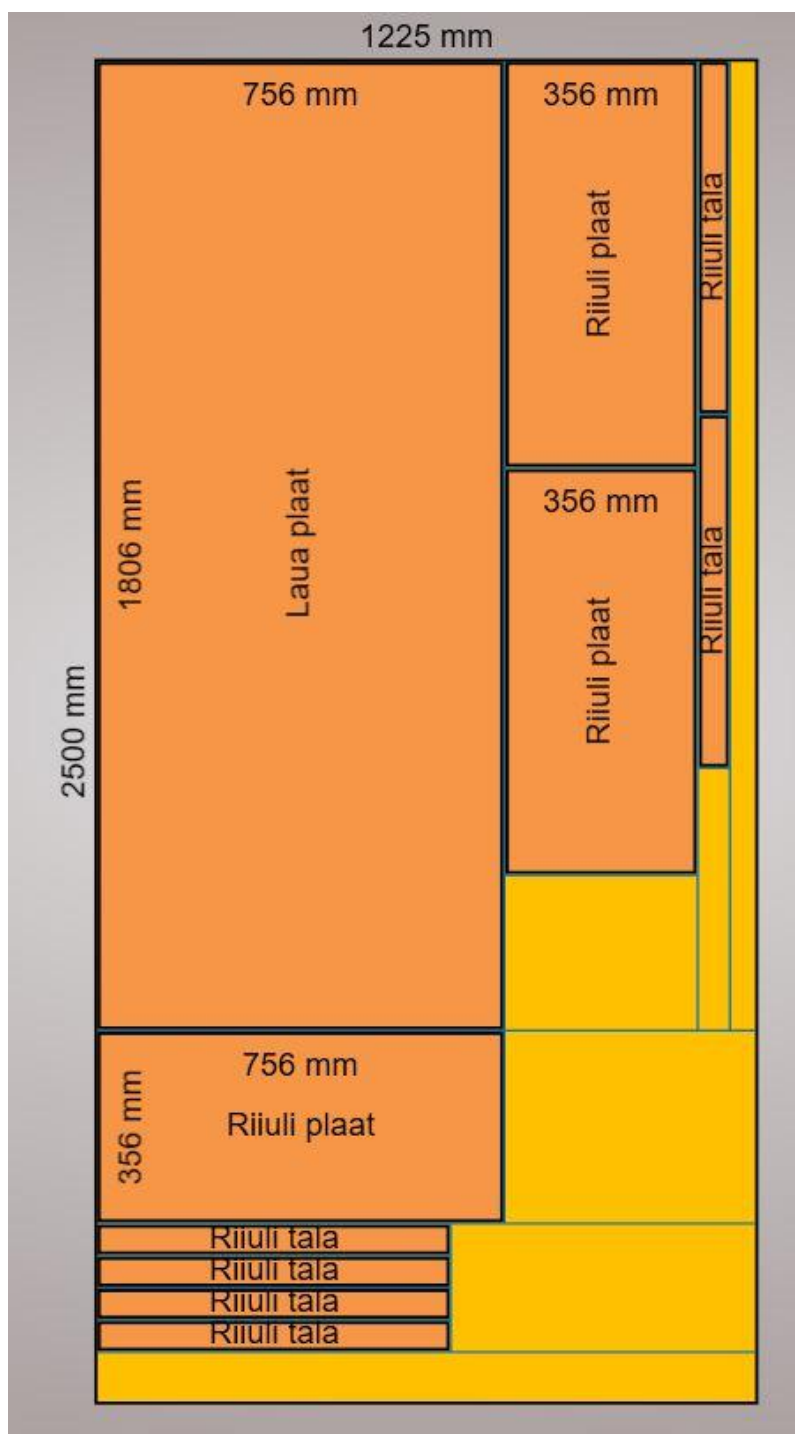
1. **Jackson, A., Day, D.** (2006). Puutöömeistri käsiraamat. Tallinn: TEA Kirjastus. 352 lk
2. **Auvinen, S., Isomäki, O., Koponen, H., Saimovaara, J., Tiainen, J., Tiainen, J., Tolvanen, P.** (2007). Tisleritoodete tööstuslik tootmine. Tallinn: Ehitame. 266 lk.
3. **Pikk, J.** Puidu mehaaniline töötlemine: Õpperaamat. Tartu. 336 lk.
4. **Gibbs, N.** (2008). Puiduliikide piibel. Tallinn: Sinisukk. 256 lk
5. **Saarman, E., Veibri, U.** 2006. Puiduteadus. Tartu: Vali Press OÜ. 560 lk.
6. Puittüübel 10x40 [veebileht] <https://www.tehnikakeskus.ee/tooted/kinnitusvahendid/puittuubel-10x40-puit-tk/> (29.04.2021)
7. PVA liim [veebileht] <https://www.k-rauta.ee/p/pva-liim-eskaro-b3-2-5l/er8?cat=7qw&index=10> (29.04.2021)
8. Universaalsaag [veebileht] <https://www.stokker.ee/formaatsaag-f45-prodrive-altendorf/382746739> (05.05.2021)
9. Rihthöövel [veebileht] https://wtp.hoechsmann.com/en/lexikon/16435/fs_530#documents (05.05.2021)
10. Paksusmasin [veebileht] https://wtp.hoechsmann.com/en/lexikon/19987/psa_530 (05.05.2021)
11. Raamipress [veebileht] <https://kaurtrade.ee/toode/raamipress-stromab-special/> (05.05.2021)
12. Kalibreerimis lihvmasin [veebileht] https://wtp.hoechsmann.com/en/lexikon/15469/biesse_artech_levia_110 (05.05.2021)
13. Lintlihvpink [veebileht] https://wtp.hoechsmann.com/en/lexikon/16447/gl_150 (05.05.2021)
14. Mitmespindiline puurpink [veebileht] https://wtp.hoechsmann.com/en/lexikon/20037/gf_21 (05.05.2021)
15. Puurpink [veebileht] <https://www.stokker.ee/puurpink-optidrill-d-33pro-400v-optimum/905640513> (05.05.2021)
16. Puidulakk Alpina Aqua Möbel [veebileht] <https://www.bauhof.ee/et/viimistlusmaterjalid/lakk-alpina-aqua-mobel-0-75l-transparent-siidjasmatt-448121> (06.05.2021)

LISAD

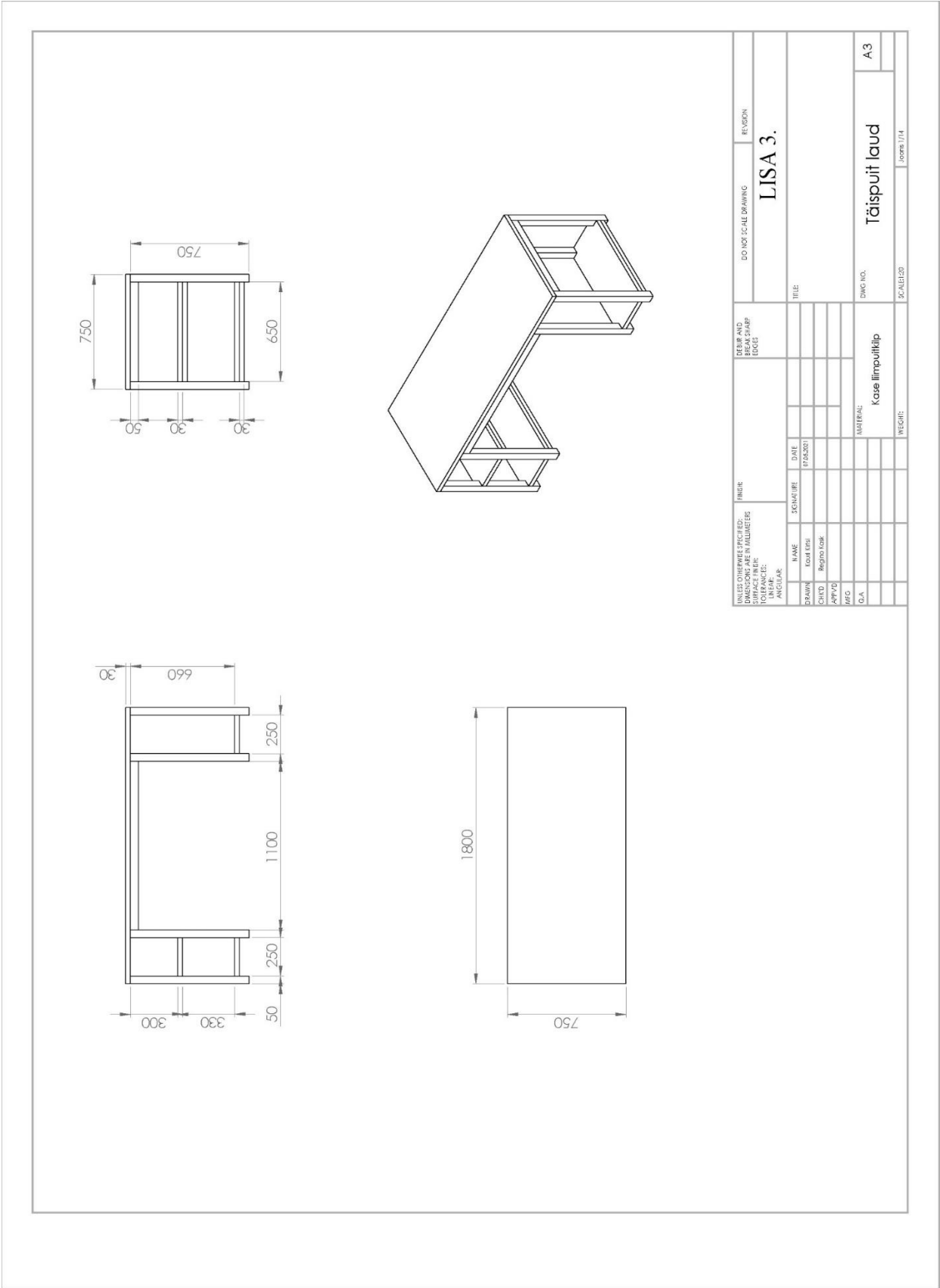
LISA 1. Laua jalgade, plaadi ja jalgade vahelise tala ning istumisala vahelise tala lahtilõikuskaart



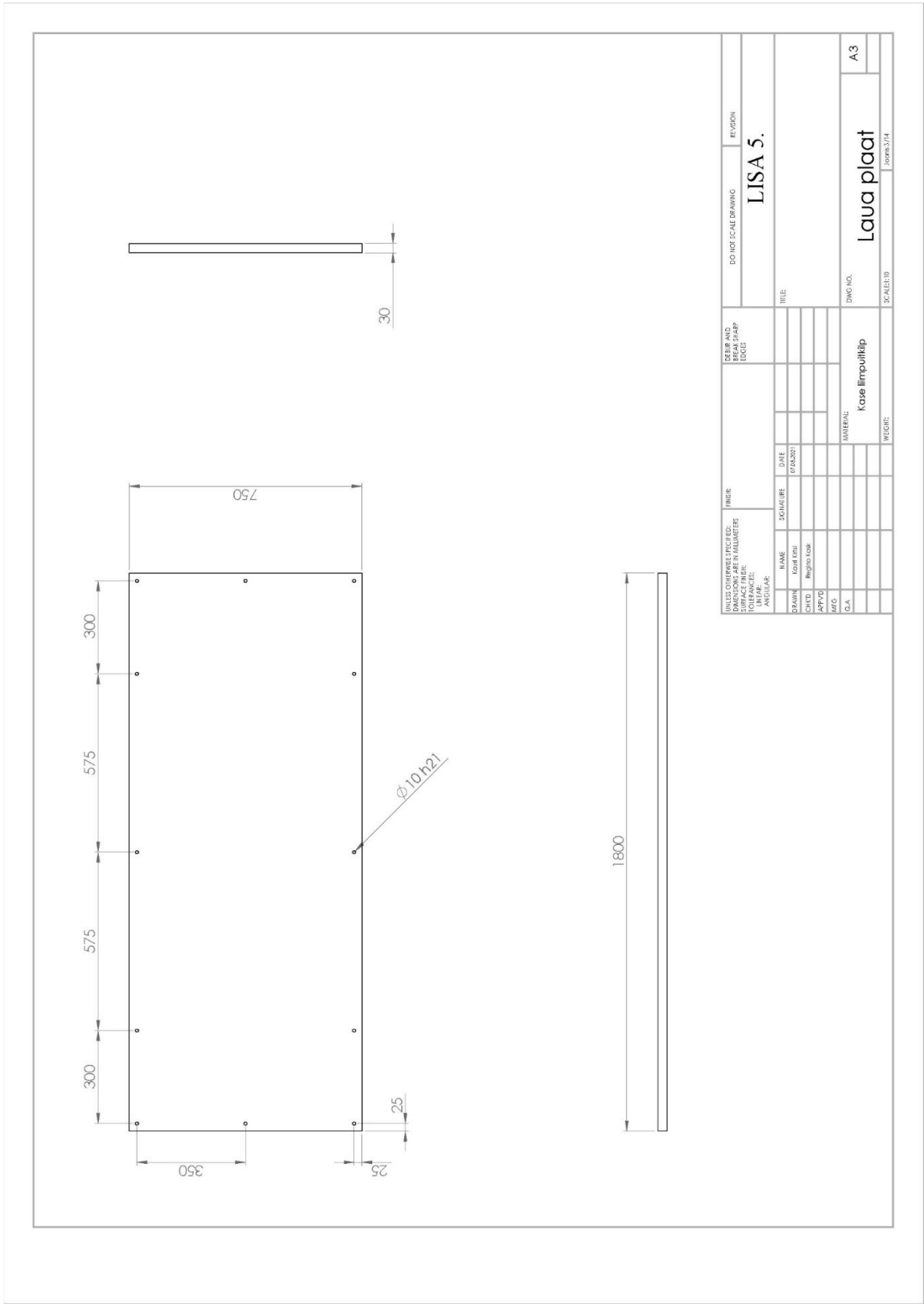
LISA 2. Laua plaadi, riiuli plaatide ja riiuli talade lahtilõikuskaart



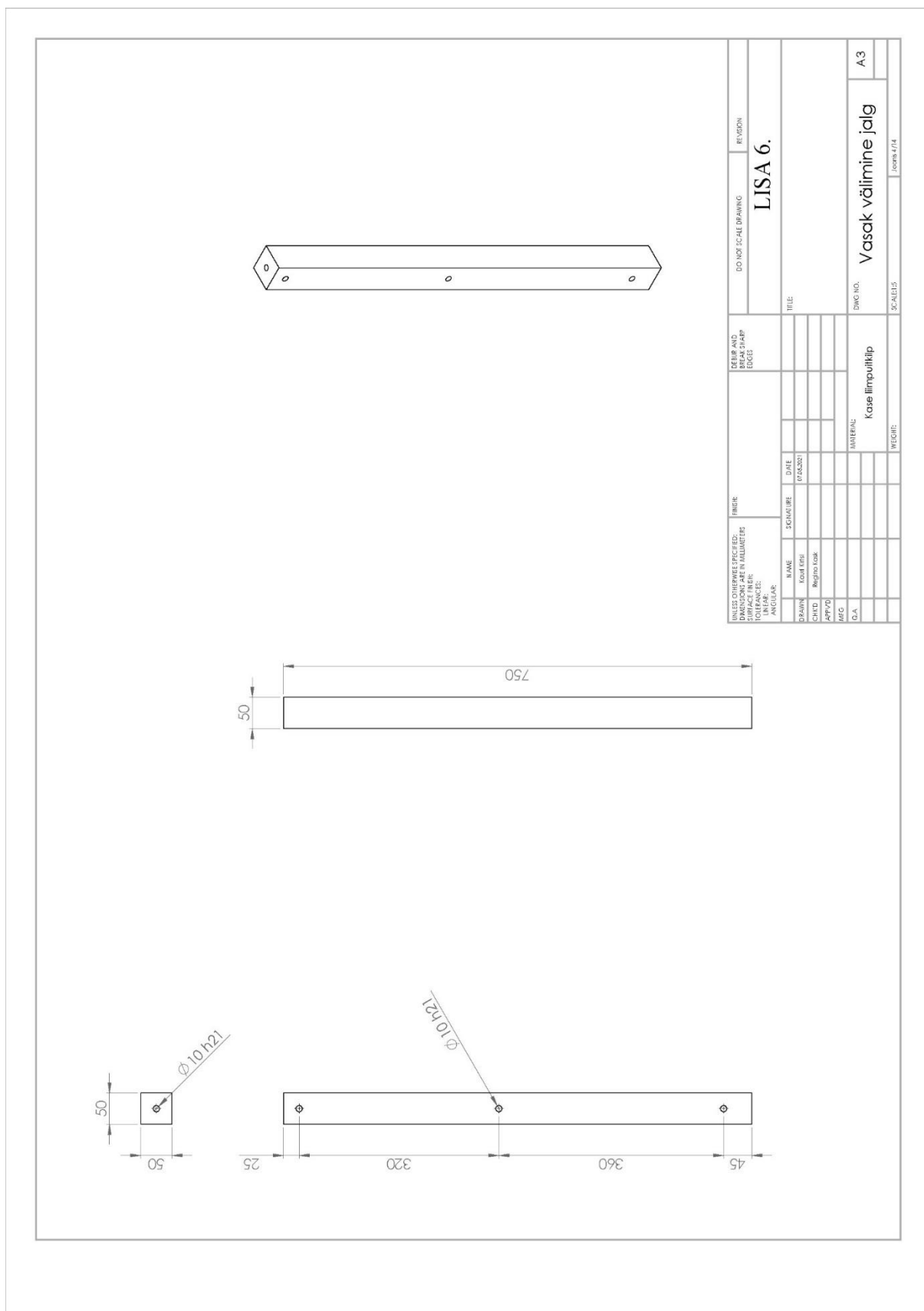
LISA 3. Täispuit laud



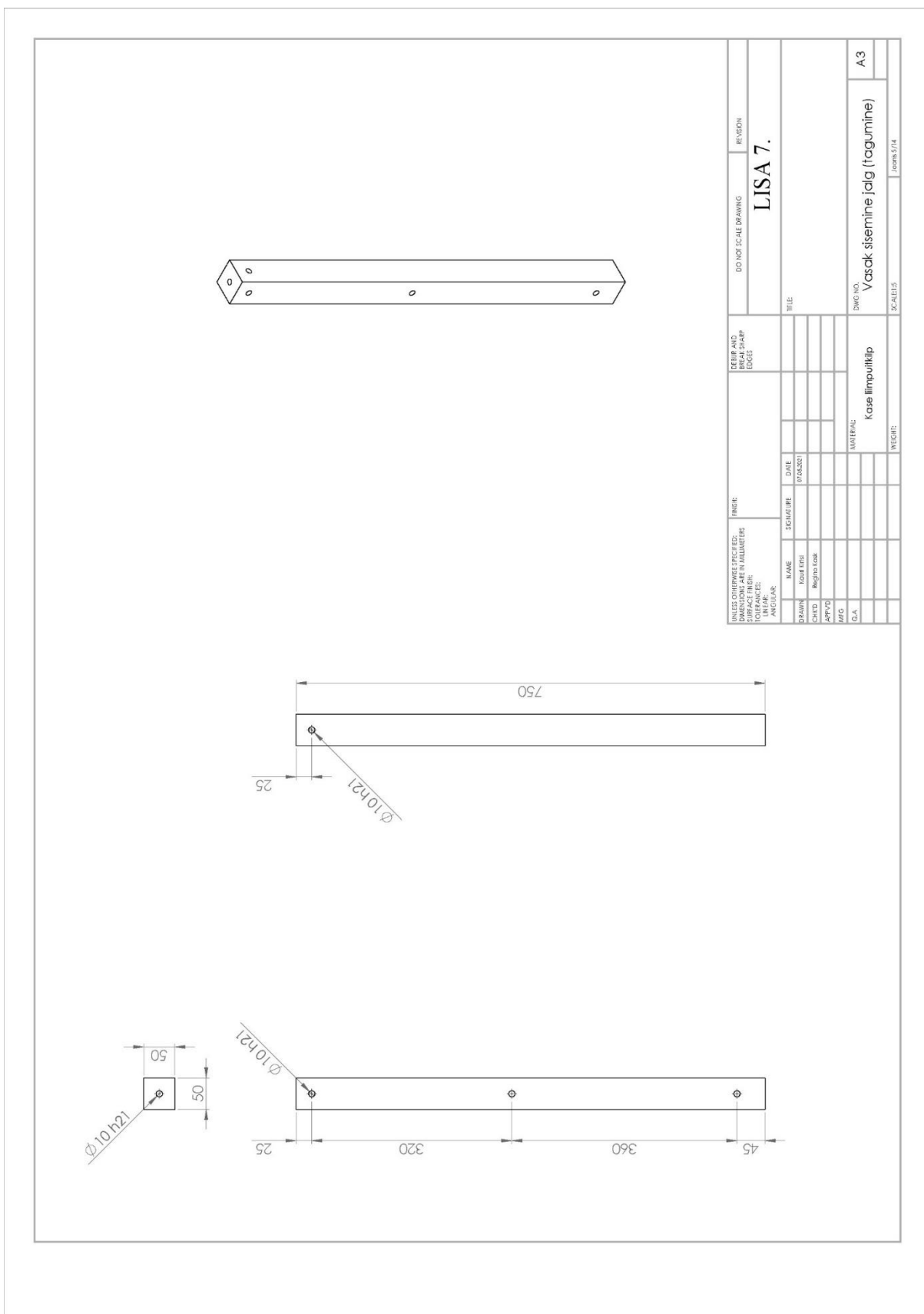
LISA 4. Laua plaat



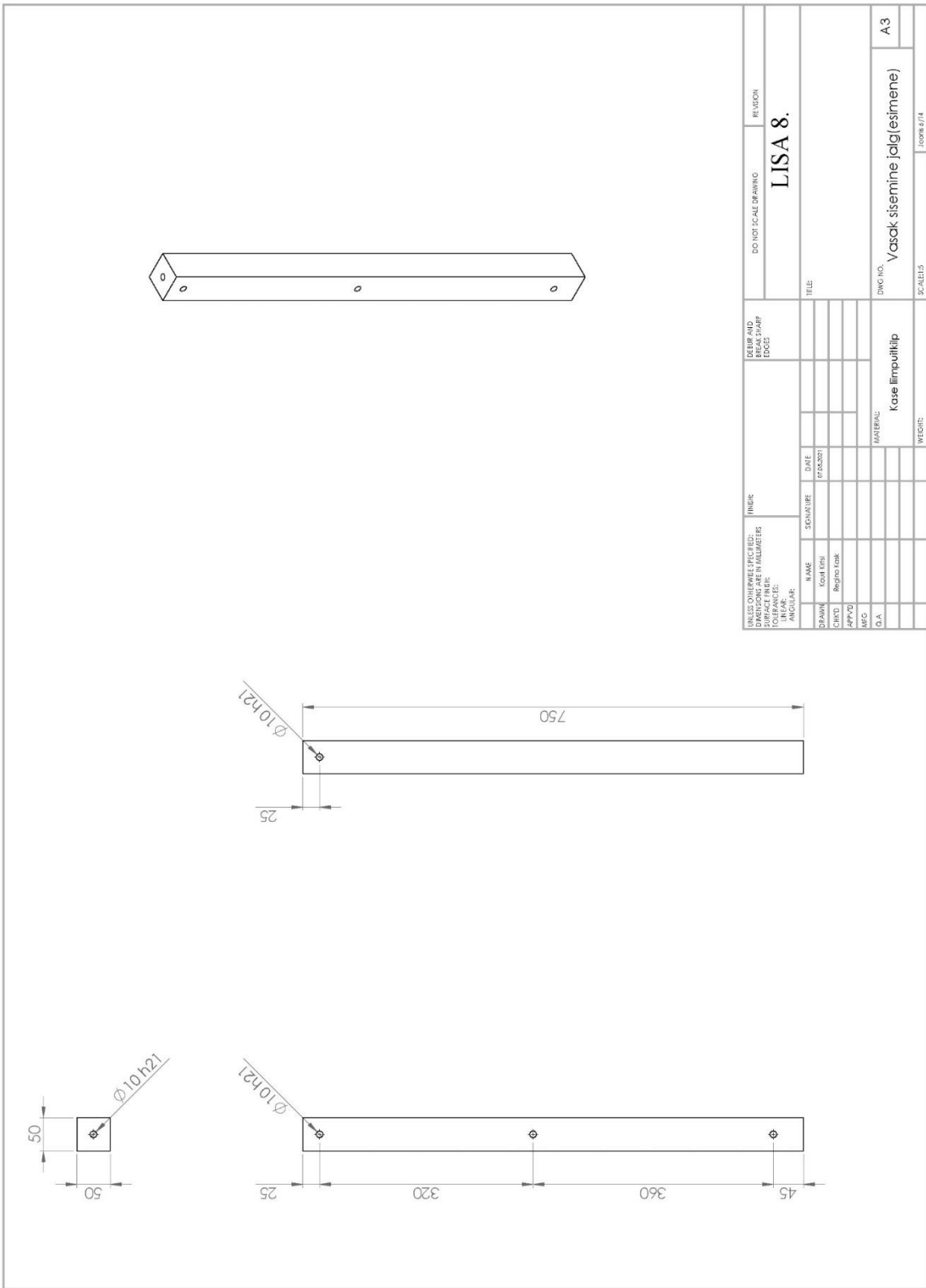
LISA 5. Vasak välimine jalg



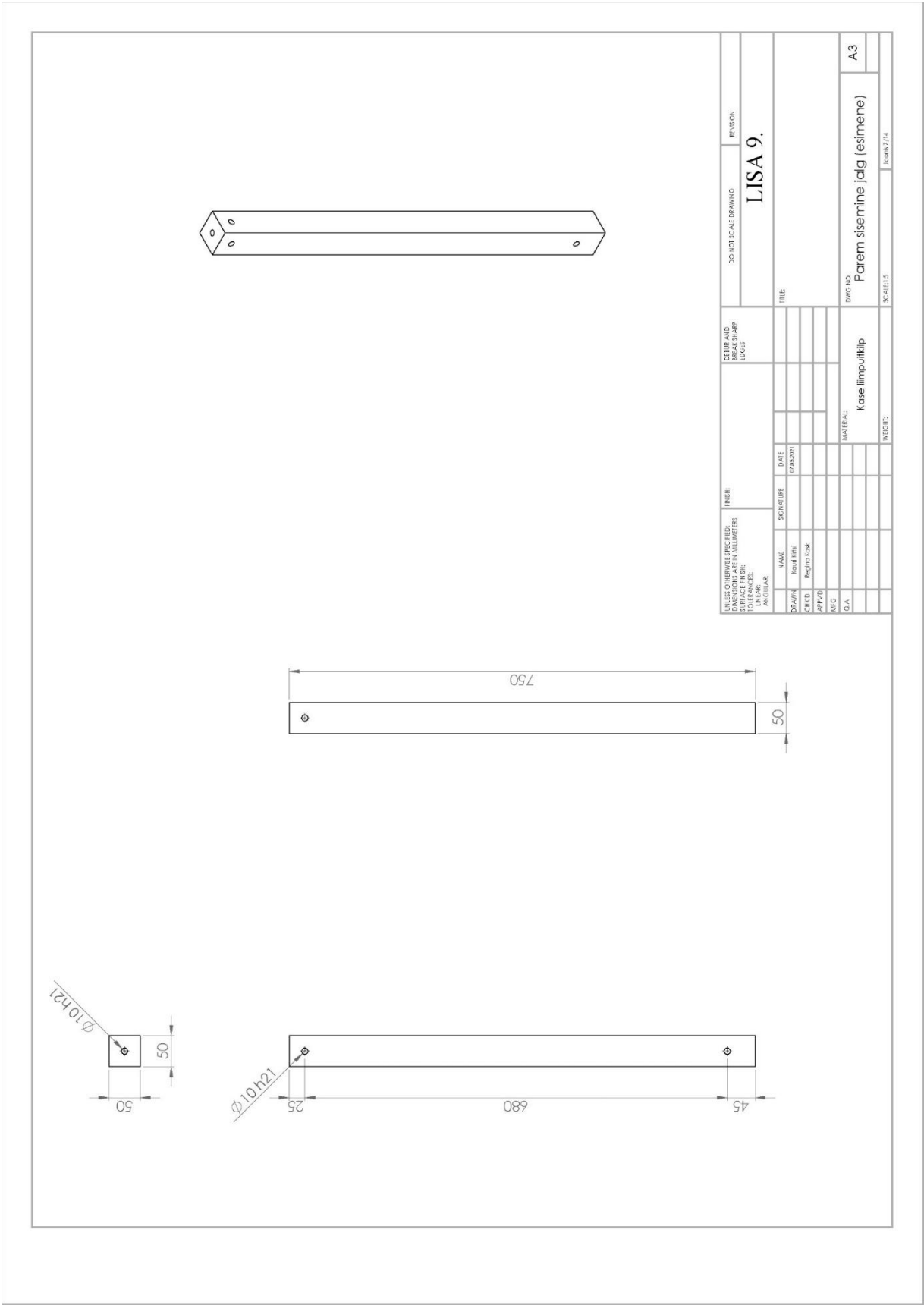
LISA 6. Vasak sisemine jalg (tagumine)



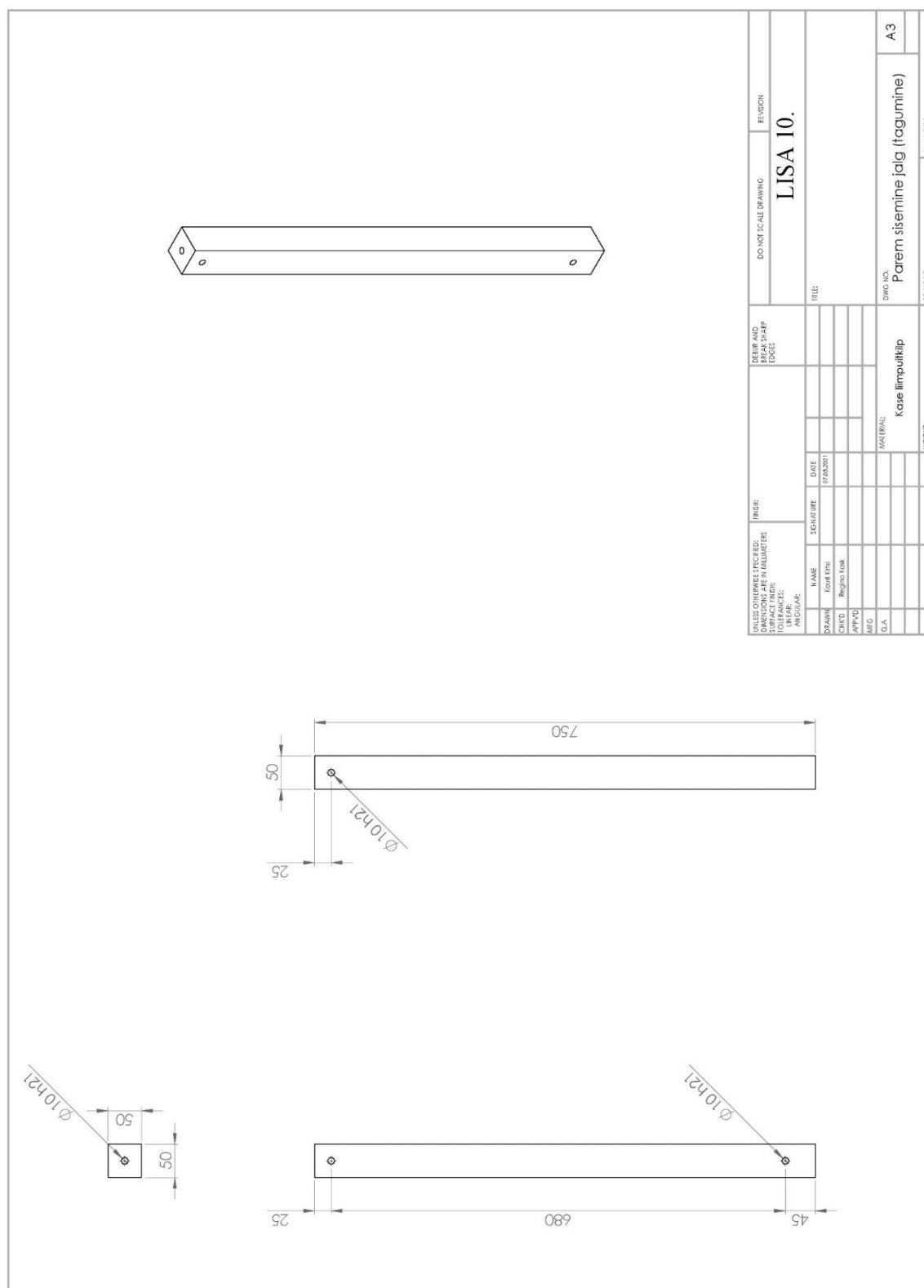
LISA 7. Vasak sisemine jalg (esimene)



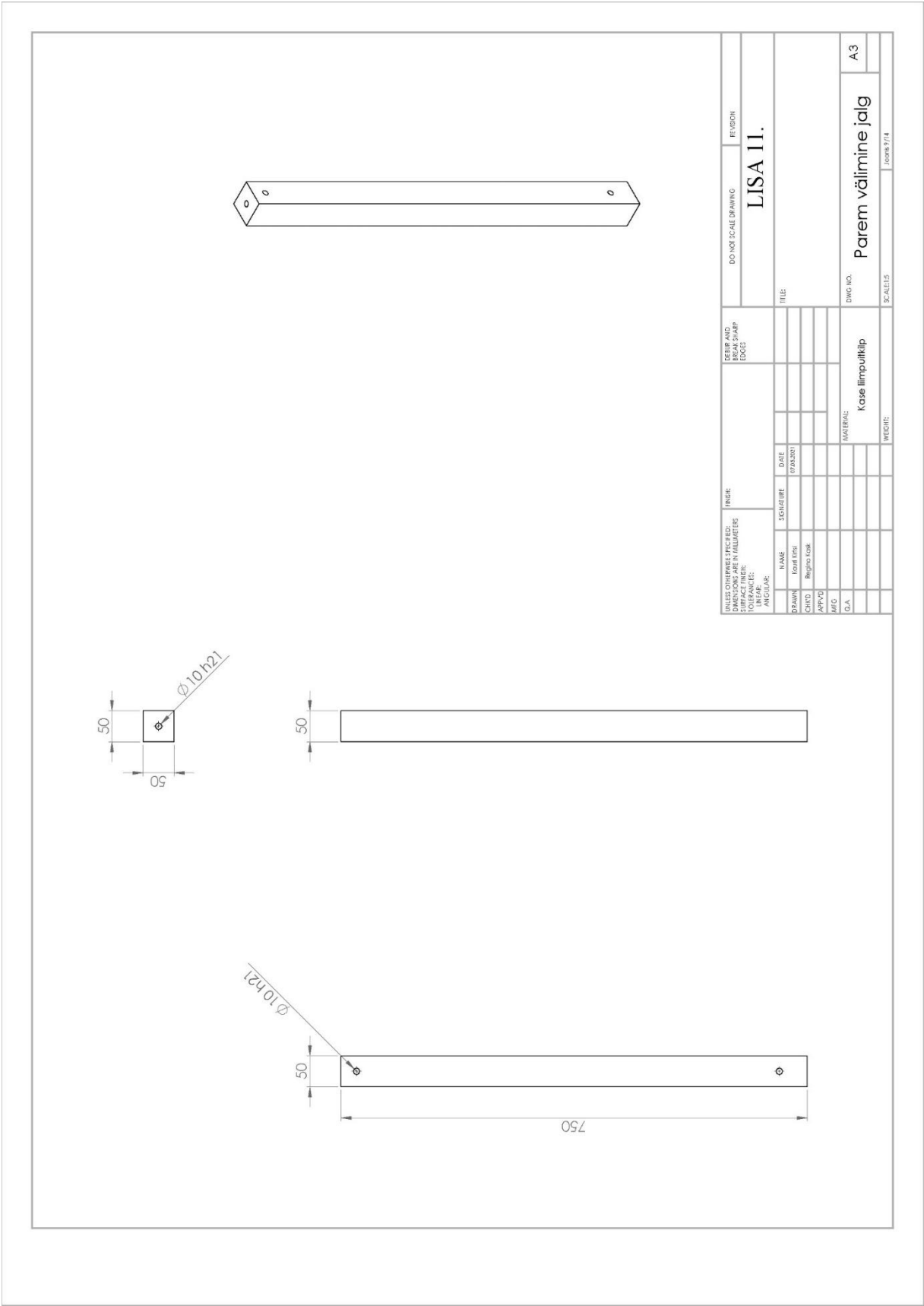
LISA 8. Parem sisemine jalg (esimene)



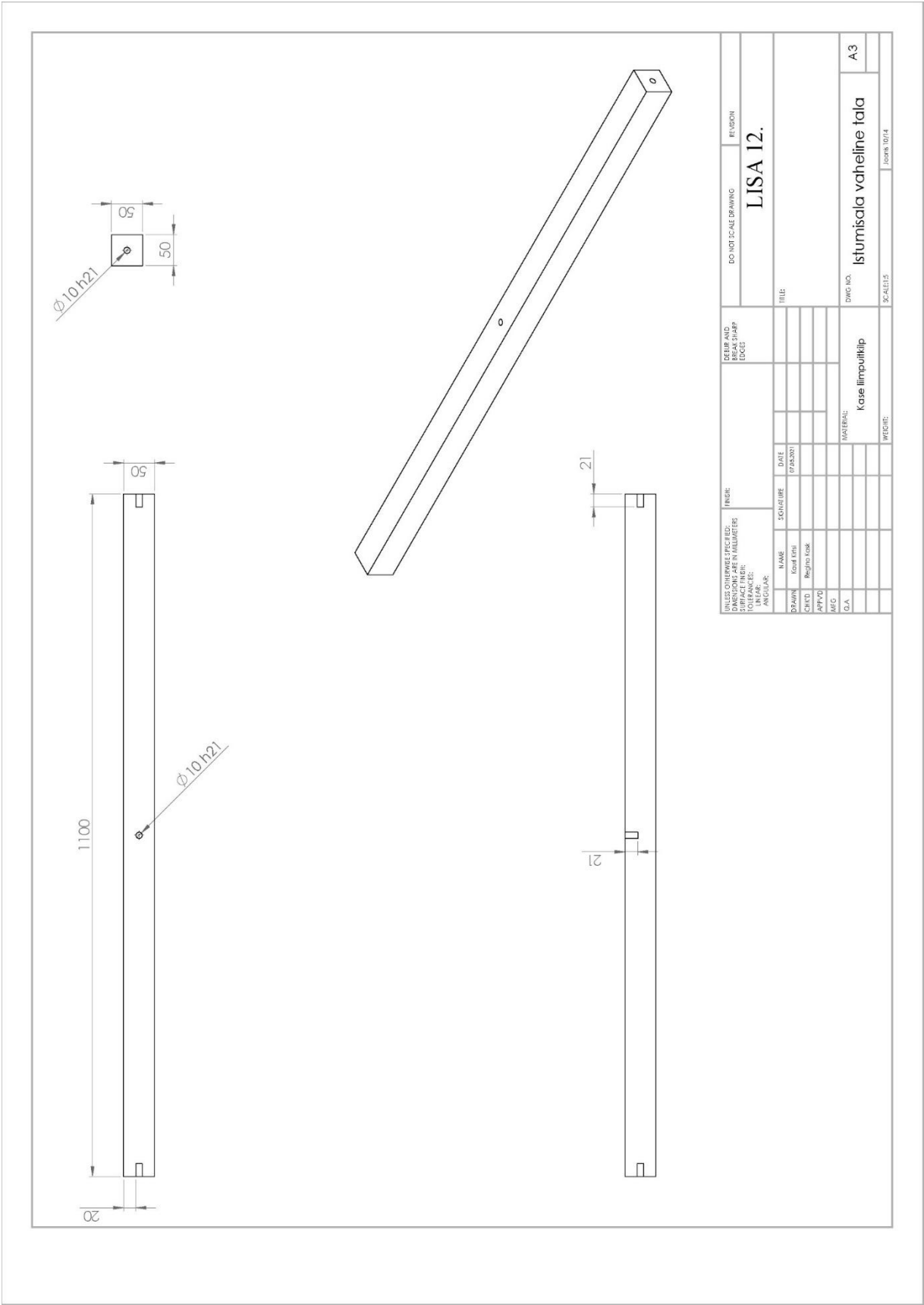
LISA 9. Parem sisemine jalg (tagumine)



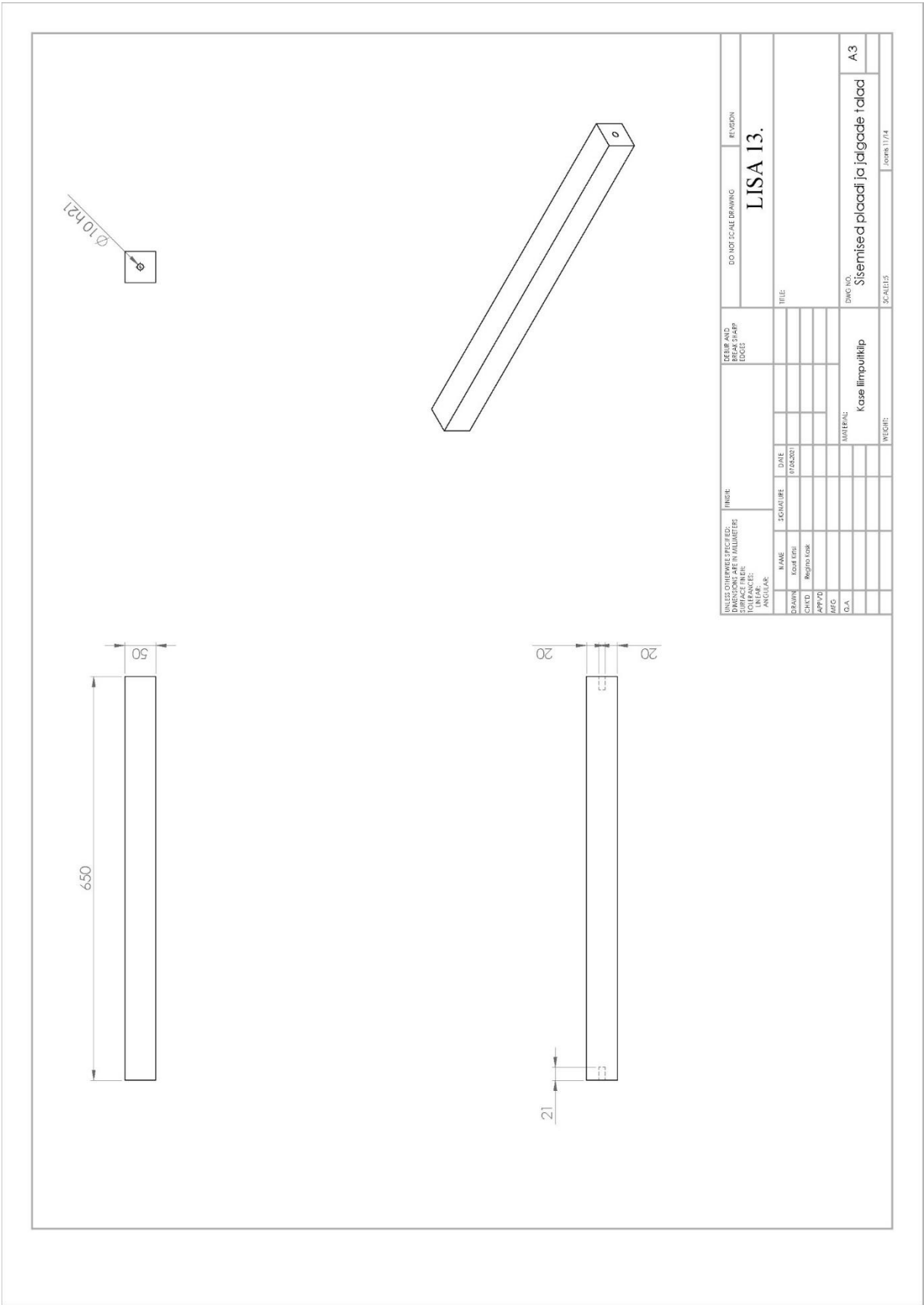
LISA 10. Parem välimine jalg



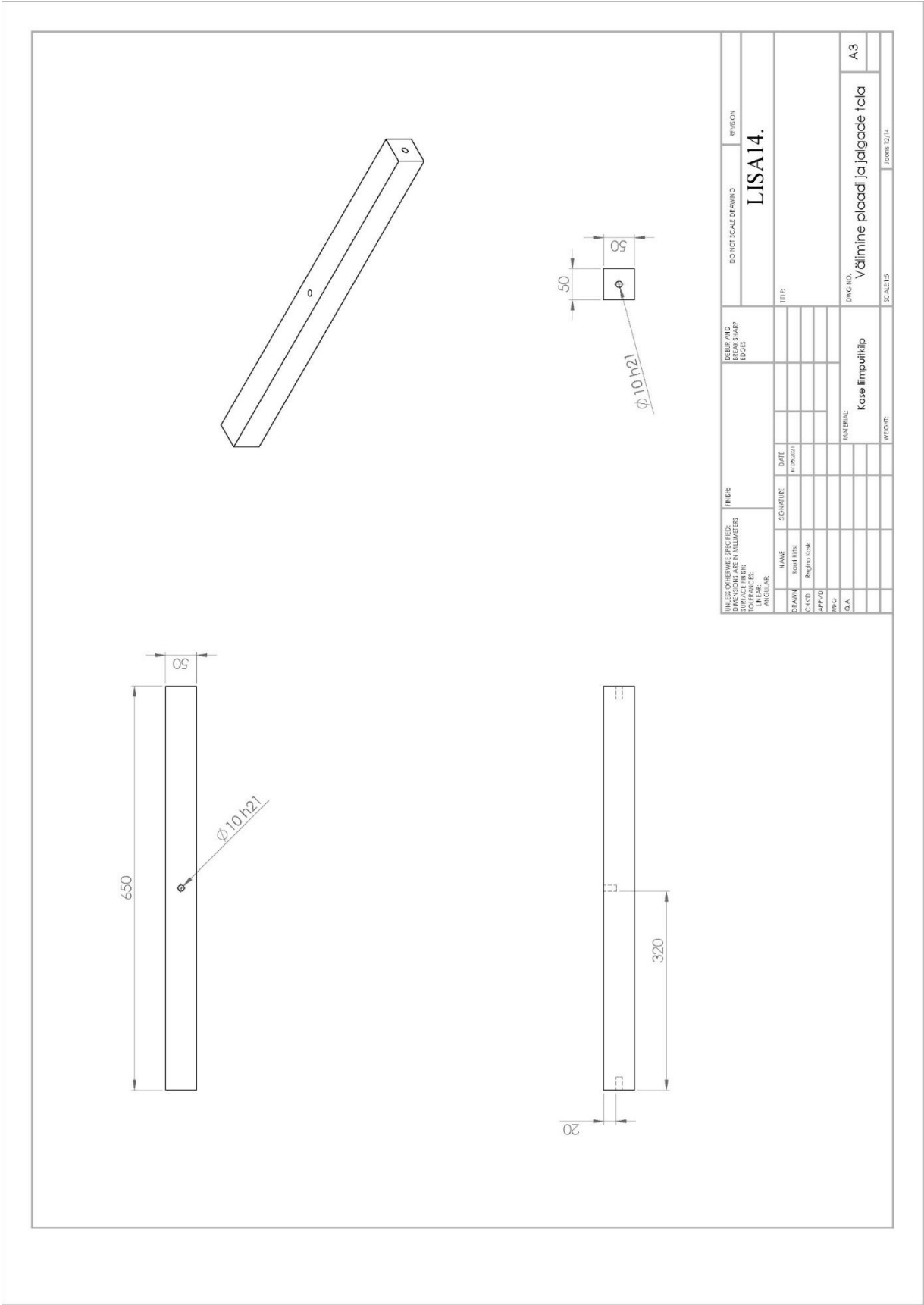
LISA 11. Istumisala vaheline tala



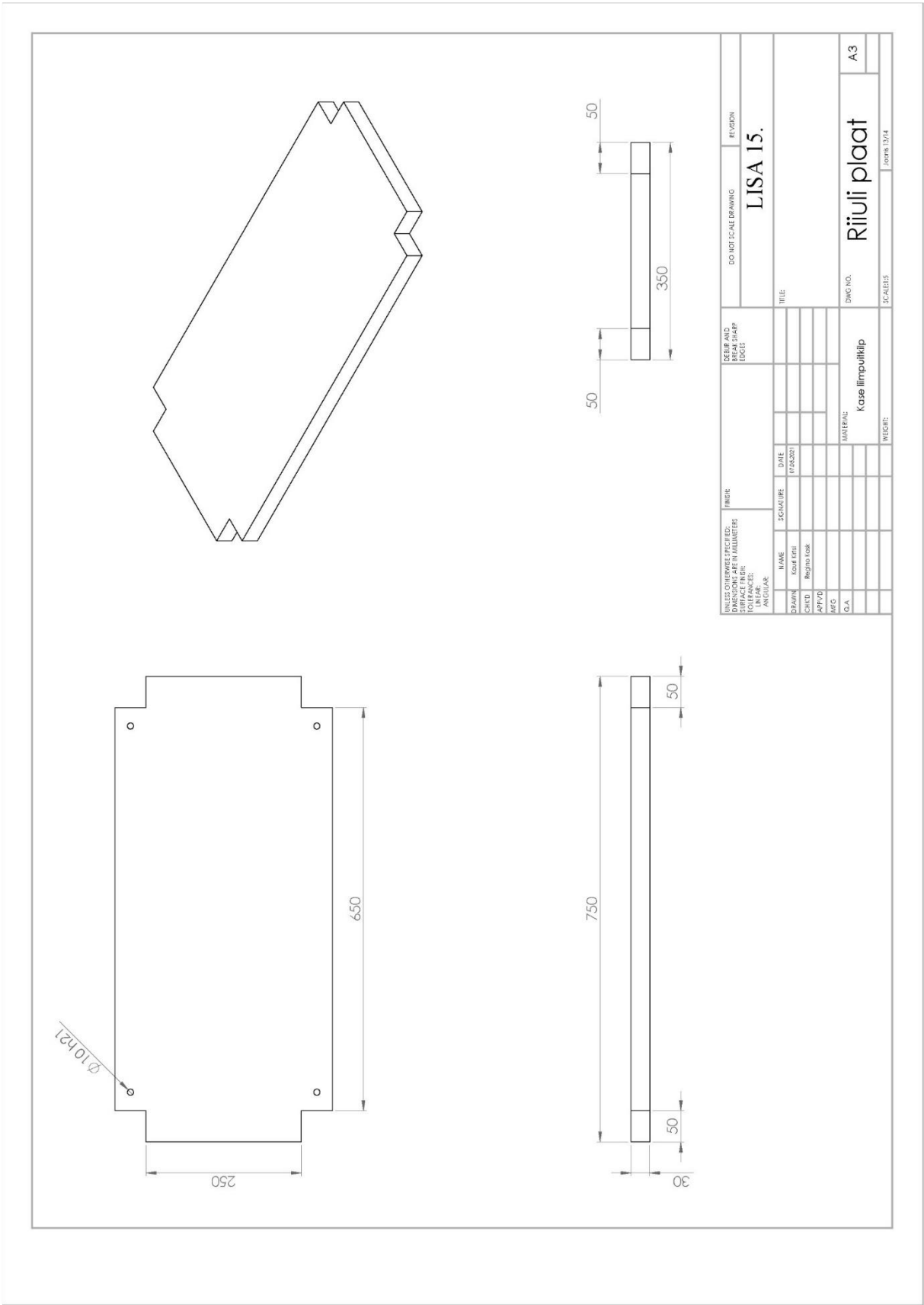
LISA 12. Sisemine plaadi ja jalgade tala



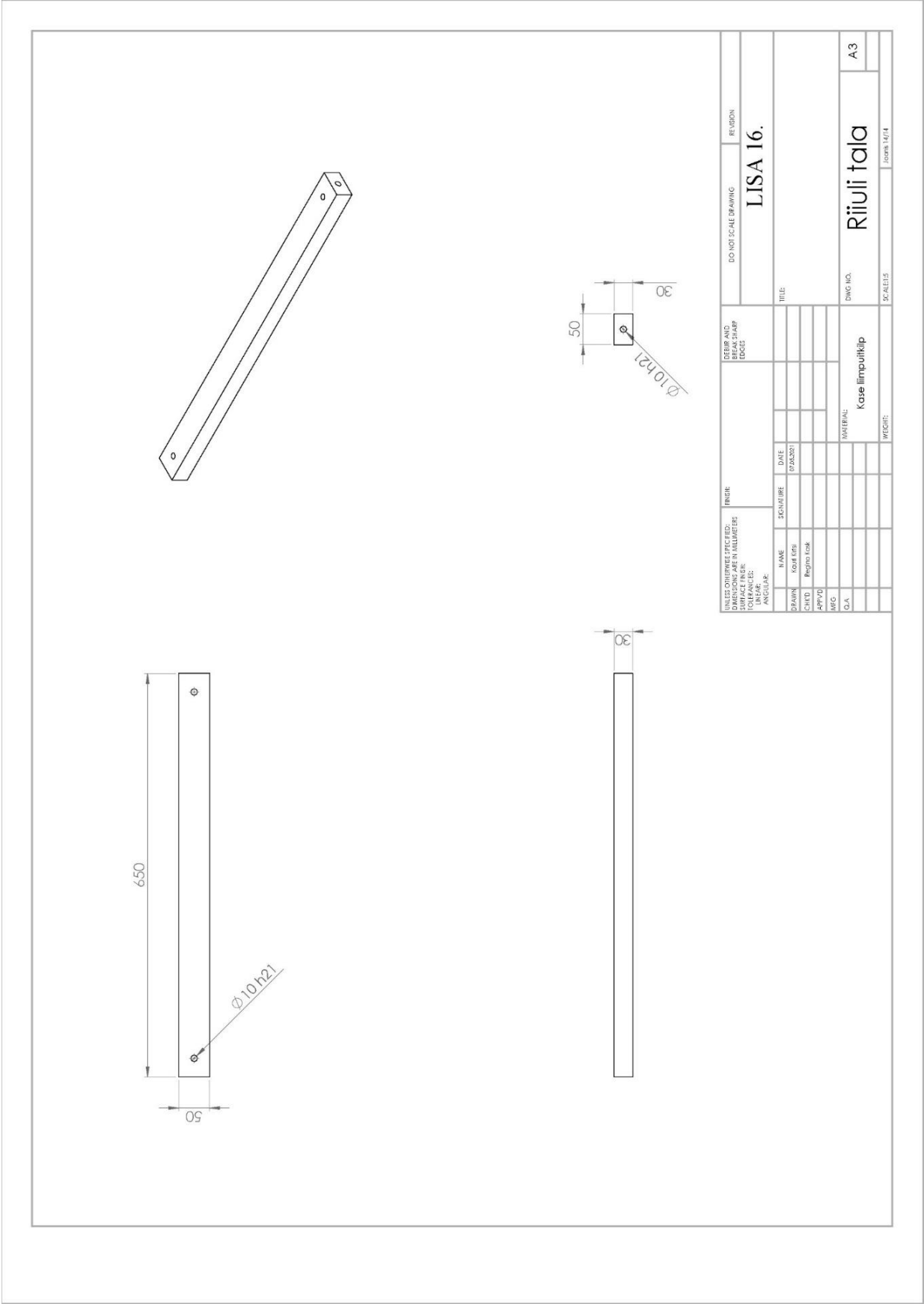
LISA 13. Välimine plaadi ja jalgade tala



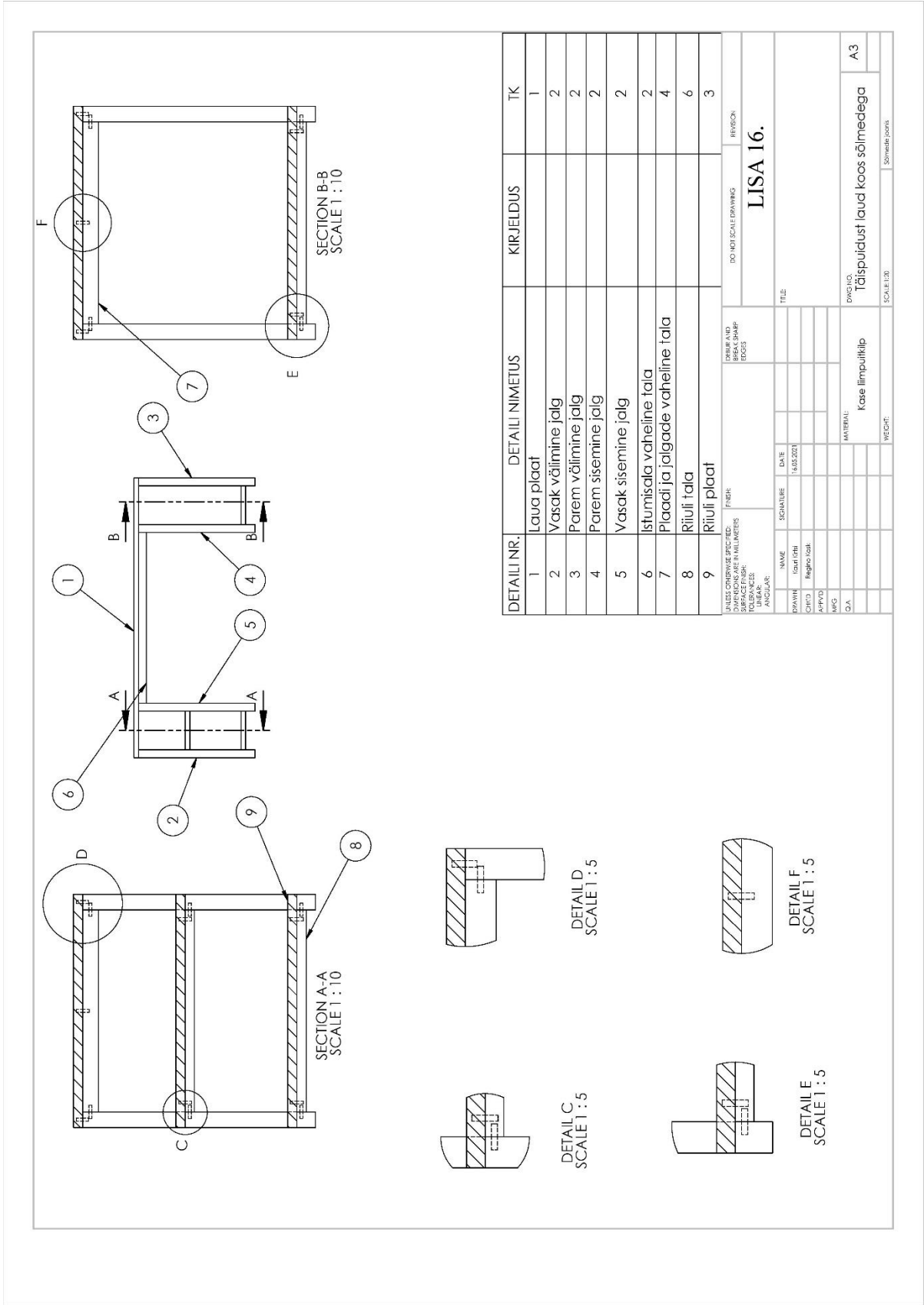
LISA 14. Riili plaat



LISA 15. Riituli tala



LISA 16. Täispuit laud koos sõlmedega



**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Kauri Kirts,
sünniaeg 19.09.1997,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Kasepuidust laua projekteerimine ja selle jaoks tehnoloogia väljatöötamine, mille juhendaja on Regino Kask,
 - 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
 - 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
 - 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemisekskuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 27.05.2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)